

구조적 분석에 의한 e-BBS 토의 활동 및 참여자의 행동 분석

문교식[†]

요 약

비동기 통신 수단으로써의 e-BBS (electronic-Bulletin Board System, 전자게시판)는 협력 학습을 위한 유용한 매체로 알려져 왔다. 그러나 e-BBS의 구조적 분석을 이해하기 위한 이론적 결과는 아직 충분하지 못하다. 그 결과, 복잡한 의사소통 현상을 이해하고 교수자를 도와 학생들을 교육 목적으로 이끌 수 있도록 보조하는 적절한 도구의 부재를 초래하게 되었다. 그로 인해 BBS를 활용하는 교수자는 토의 상황의 구조적, 종합적 이해가 부재한 상태에서 거의 방임적으로 운영하게 된다. 이러한 문제점에 대처하기 위하여 본 논문에서는 BBS의 구조적 이해를 돕기 위한 이론적 토대를 제시하고 그를 바탕으로 토의 활동 참여자의 행동 분석을 위한 계산 모델을 제시하고자 한다. 쌍방향 토의 활동의 형식 표현은 응답 그래프와 연결 그래프의 두 그래프로 이루어지며 분석을 위한 여러 측정치와 통계량이 제시된다. 분석의 결과를 명확하게 제시하기 위하여 유형별로 분류한다.

키워드 : 전자게시판, 컴퓨터 매개 통신, 토의 활동의 수리적 분석

The Analysis of Discussion Activities and Participants' Behavior in the e-BBS based on a Structural Analysis

Gyo Sik Moon[†]

ABSTRACT

Educators have recognized the usefulness of the e-BBS(electronic-Bulletin Board System) as an asynchronous communication medium for collaborative learning. However, theoretical outcomes to understand the structural analysis of the e-BBS are not adequate enough. As a consequence, we are left with inadequate supportive tools to understand complex communication phenomena and to assist teachers to guide students to educational purposes. This can cause teachers to have a laissez-faire approach using BBS as a communication medium for education due to the lack of understanding the structural and overall situation. To address this issue, this paper presents a theoretical foundation to help understand the structure of discussion activities via the e-BBS and then presents a computational model, based on the structural analysis, for the behavioral analysis of participants. The formal representation of bi-directional discussion activities is realized by devising two graphs - the reply graph and the connection graph. Various measurements and statistics for the analysis are presented in the paper. To clarify the analysis, we classify the results produced through the analysis of discussion activities and participants' behaviors.

Keywords : BBS, CMC, computational analysis of discussion activities¹⁾

1. 서 론

컴퓨터매개통신(CMC; Computer-Mediated Communication)은 의사소통과 협력 학습을 위한 효율적인 도구로써 널리 인식되고 있다

[†] 정 회 원: 대구교육대학교 컴퓨터교육학과 부교수(교신저자)
논문접수: 2006년 8월 3일, 심사완료: 2006년 10월 26일

[3,5,8,12,15]. e-BBS (electronic-Bulletin Board System)는 비동기식 통신(asynchronous communication)방식의 CMC로써 그 교육적 효과가 학계와 교육현장에서 인정받고 있다 [1,4,6,11,14]. BBS의 기능 및 성능을 향상하기 위한 노력으로 상호 작용성, 처리 능력, 사용자 편의성의 향상을 중점으로 최근의 연구가 이루어지고 있다. 그 중 현저한 몇 가지의 주제를 살펴보면 구조적 개선을 위한 트리 형태의 표현 방법, 지식맵 기법, 3D 시각화 등이 있다[7,10,11,14]. BBS의 사회학적 분석 도구인 사회망 분석(SNA; Social Network Analysis)은 정보 개체와 그 관계에 대한 분석을 목적으로 하여 사회성의 분석 도구로 활용되고 있다[2,13].

BBS에 대한 지금까지의 연구들은 활용과 성능 향상, 메시지와 사회적 분석을 그 주된 대상으로 하고 있으나 BBS의 구조에 대한 이론적 규명이 아직 이루어지고 있지 않아 이론적 취약성을 내포하고 있다는 문제점이 있다. 이러한 이론적 취약성으로 인해 BBS에서의 토의 활동에 대한 현상의 이해가 어렵게 되고 그로 인해 토의 활동의 운영에 도움을 줄 수 있는 적절한 지원 도구의 개발이 미흡하게 된다. SNA와 본 논문의 구조적 해석과의 특징적인 차이는 SNA는 토의 참여자의 역할을 사회성 분석이라는 관점에서 해석하는 것에 역점을 두지만 (예를 들면, degree, betweenness, closeness, 등), 본 논문은 토의 활동을 구조적으로 분석하여 집단으로서의 토의 활동 및 개별 참여자의 토의 활동의 특징을 계량적으로 도출하며 또한 참여자 상호간의 토의 활동을 메시지의 상호 작용이라는 관점에서 계량적으로 분석한다는 점이다. 본 논문의 목적은 BBS의 토의 활동을 규명하는 이론적 토대를 마련함으로써 토의 활동의 이해를 도울 수 있는 근거를 제시하고 과학적 접근이 가능하도록 하려 함이다. 이를 위해 BBS에서의 토의 활동을 구조적으로 분석하고 그를 토대로 참여자의 개별적 행동을 분석할 수 있는 계산 모델을 제시한다.

BBS의 구조적 분석을 위하여 토의 나무(discussion tree), 토의 활동(discussion activities), 토의 세션(discussion session) 등을 정의하고 필요한 파라미터들을 정의한다. 본 논문은

토의 활동의 집단적 분석을 위해 '토의 나무 특성 벡터'(the characteristic vector of discussion tree)를 고안하고, 참여자의 개인적 토의 활동을 분석하기 위해 '참여자 특성 벡터'(the characteristic vector of participants)를 고안한다. 토의 나무 특성 벡터의 구성 요소에는 토의 나무의 외형적 특성 뿐 아니라 내부적, 의미적 특성들도 포함한다. 토의 나무 특성 벡터가 토의 활동을 집단적으로 설명한다면 참여자 특성 벡터는 참여자 개인의 토의 활동을 설명한다. 즉, 토의 나무 특성 벡터를 통해 토의 활동의 전반적인 성격을 파악할 수 있고 참여자 특성 벡터를 통해 참여자의 개별적 토의 성향을 분석할 수 있다.

참여자 상호간의 메시지 교환 관계를 표현하기 위하여 두 그래프를 고안한다. 응답 그래프(reply graph)는 참여자들 사이의 응답 관계를 표현하고 연결 그래프(connection graph)는 참여자들 사이의 쌍방향 응답 관계를 표현한다. 위의 그래프로부터 참여자 상호간의 메시지 교환 관계를 이해하는데 중요한 개념인 고립(isolation), 범위(sphere), 편중(preponderance), 집중(concentration) 등의 정보를 도출한다. 분석의 산출물을 명확하게 제시하기 위하여 유형별로 분류한다. 본 논문의 분석적, 구조적 접근은 사회망 분석, 내용 분석과 같은 방법들과 충돌 없이 독립적 또는 보충적으로 사용될 수 있다.

2. 정 의

웹 기반 비동기 통신 방식인 BBS 토의 활동의 전반적 양상과 아울러 참여자의 토의 활동을 계량적으로 분석하기 위한 계산 모델의 토대가 되는 몇 가지의 기본적인 정의를 한다.

① 토의 나무(discussion tree)란 어느 한 참여자에 의해 독립적으로 게시된 메시지를 루트(root)로 하고 그 루트에 대한 응답 메시지들은 루트의 자식 노드에 해당하는 구조를 토의 나무라 한다[9]. 자료구조 이론에서처럼 토의 나무의 노드는 그 노드를 루트로 하는 서브트리(subtree)로 간주할 수 있다. 토의 포럼(discussion forum)이란 의미적 연관성이 있는 토의 나무들의 모임을 말한다. 하나의 토의 포럼에는 일반적으로 다

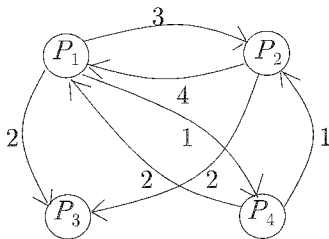
수의 토의 나무들이 존재한다.

② 토의 활동(discussion activity)이란 토의 참여자에 의한 토의 목적의 제반 활동을 망라하는 것으로 열람(viewing), 게시(posting), 응답(replying), 게시글 목록 화면 전환(page flipping of the list of messages) 등으로 구분할 수 있다.

③ 세션 시간(session duration)이란 토의 참여자가 토의 시스템에 접속을 개시한 시점부터 차단한 시점까지의 시간 간격을 말한다. 토의 세션(discussion session)은 토의 참여자가 한 세션 시간 동안 이루어진 토의 활동의 집합을 말한다. 세션 간격(session interval)은 토의 참여자가 토의 시스템을 차단한 시점부터 다시 개시한 시점까지의 시간 간격을 말한다.

④ 토의 줄기(thread)란 토의 나무의 루트로부터 하나의 단말 노드에 이르는 경로(path)상의 모든 노드들의 배열(sequence)을 말한다.

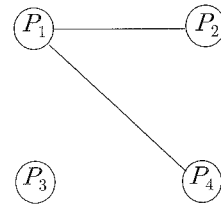
⑤ 응답 그래프(reply graph)란 참여자 상호간의 응답 상황을 나타내는 가중 방향 그래프 $\langle V, E \rangle$ 로써 V 는 참여자들의 집합을 나타내고, 두 참여자 P_i, P_j 가 V 에 속할 때 P_j 의 메시지에 대한 P_i 의 응답이 존재하면 $(P_i, P_j) \in E$ 이다. (P_i, P_j) 의 가중치는 P_i 에서 P_j 로의 응답 횟수를 나타낸다. <그림 1>에서 P_1 은 P_2 의 메시지에 3회 응답하였고 P_2 는 P_1 의 메시지에 4회 응답하였음을 보여준다.



<그림 1> 응답그래프의 예

⑥ 연결 그래프(connection graph)는 참여자 상호간의 쌍방향 메시지 교환을 나타내기 위한 무방향 그래프로써 응답 그래프 $\langle V, E \rangle$ 로부터 얻을 수 있다. 연결 그래프 $\langle V', E' \rangle$ 는 다음과 같이 정의할 수 있다. i) $V' = V$, ii) $(P_i, P_j) \in E$

이고 $(P_j, P_i) \in E$ 이면 $(P_i, P_j) \in E'$ 이다. <그림 2>는 <그림 1>에 대한 연결 그래프이다. 연결 그래프는 하나 이상의 '고립 노드'(isolated node)가 존재할 수 있다.



<그림 2> 연결 그래프의 예

3. 토의 활동분석

토의 활동의 특징을 집단적으로 나타내기 위하여 '토의 나무 특성 벡터', VT, (the characteristic vector of a discussion tree)를 정의한다. 토의 나무 특성 벡터는 14개의 요소로 이루어지는 벡터로 정의한다; VT = (P, S, A, W, D, H, L, R, Uni, Dom, Act, Att, Con, Dep). (각 요소에 대한 설명은 3.1, 3.2에 있음) 토의 나무 특성 벡터는 토의 활동의 외형적 특성과 의미적 특성들로 구성된다.

3.1 외형적 특성에 의한 분석

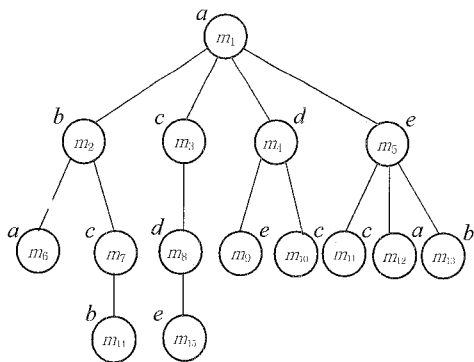
- ① P (population, 참여자 수); 토의 나무의 노드를 생성한 참여자들의 수
- ② S (size, 크기); 토의 나무의 전체 노드 수
- ③ A (average, 참여자의 평균 노드 수); S / P
- ④ W (width, 너비); 토의 나무의 동일 레벨에서의 최대 노드 수
- ⑤ D (depth, 깊이); 토의 나무의 가장 긴 줄기의 노드 수
- ⑥ H (average length of threads, 줄기의 평균 길이); 토의 줄기의 평균 노드 수
- ⑦ L (average length of messages, 길이); 노드의 평균 문자 수
- ⑧ R (average reply time gap, 평균 응답 시간 간격)

예를 들면, <표 1>은 두 토의 나무 TA, TB

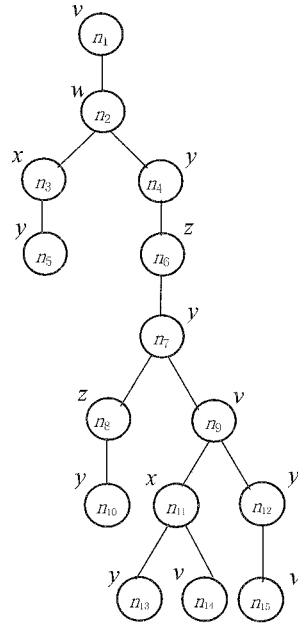
의 참여자 수(P), 크기(S)와 평균(A)을 보여준다. 표에서 두 토의 나무의 P, S, A는 모두 동일함을 알 수 있다. 그러나 토의 나무의 외형적 특성을 통해 두 집단은 상당히 다른 성격을 갖고 있음을 알 수 있다. <그림 3,4>의 토의 나무 TA는 TB보다 넓지만 얇고 반대로 TB는 TA에 비해 좁지만 깊은 형태를 띠고 있음을 발견할 수 있다. 이와 같이, 토의 나무를 통해서 토의 상황에 대한 더 많은 외형적 정보를 획득할 수 있다. 그림에서 $m_1, m_2, \dots, m_{15}, n_1, n_2, \dots, n_{15}$ 는 노드를 나타내고 각 노드의 위쪽에 있는 a, b, ..., e, v, w, ..., z는 그 노드의 저자를 나타낸다. 예를 들면, TA의 루트인 m_1 의 저자는 a이다. 일반적으로 자신의 글에 자신이 응답하는 경우는 연합하여 하나의 노드로 간주한다.

<표 1> TA, TB의 참여자 수(P)와 크기(S)

토의 나무	참여자 수(P)	노드 수(S)	평균(A)
T_A	5	15	3
T_B	5	15	3



<그림 3> 토의 나무 TA



<그림 4> 토의 나무 TB

3.2 의미적 특성에 의한 분석

의미적 특성은 외형적 특성만으로는 얻을 수 없는 유용한 정보를 생성하기 위함이다. 그 목적이며 아래와 같이 여섯 개의 요소로 이루어진다.

① Uni (uniformity, 균등성); 토론에 참여한 자들이 얼마나 균등하게 참여했는가를 노드 수를 기준으로 수치화 한 것이다. Sd를 참여자의 노드 수에 대한 표준편차를 할 때, $Uni = 1 / (1 + Sd)$ 이다. 균등성은 표준편차를 이용하여 0과 1 사이에 값이 오도록 변환한 값이다. 값이 1에 접근할수록 균등성이 높다. <그림 1,2>의 두 토의 나무의 참여자 수는 5명으로 동일하다. <표 2>에서 참여자의 평균 노드 수는 3으로 동일하다. 그러나 TA의 참여자들이 TB의 참여자보다 더 균등하게 참여하였음을 알 수 있다. 이를 균등성으로 나타내면 TA의 균등성이 TB의 그것보다 약 두 배임을 알 수 있다.

<표 2> 두 토의 나무의 균등성

토의 나무	참여자 와 노드 수					평균	Uni
	a	b	c	d	e		
T _A	3	3	4	2	3	3	0.58
T _B	v	w	x	y	z		
	4	1	2	6	2	3	0.30

② Dom (dominancy, 우점도); 우점도는 소수의 참여자가 토의를 독점하는 현상을 수치로 표현한다. 한 토의 나무에서 노드 수가 $\lceil S / 2 \rceil$ 를 점하는 최소의 참여자수를 d 라 할 때, 우점도는 $Dom = 1 - d/P$ 이다. 1에 근접할수록 우점도가 높아진다. <표 3>은 두 토의 나무 TA 와 TB 의 우점도를 보여준다. 표에서 TB 의 우점도가 TA 보다 다소 높음을 알 수 있다.

<표 3> TA 와 TB 의 우점도

	d	d / P	Dom
T _A	3	3 / 5	0.4
T _B	2	2 / 5	0.6

③ Act (activeness, 활동성); 활동성은 평균 노드 수(A) 이상 참여한 자의 수를 참여자 수(P) 로 나눈 값이다. 1에 가까울수록 활동성이 높다. <표 4>는 두 토의 나무 TA 와 TB 의 활동성을 보여준다. 표에서 TA 의 활동성이 TB 보다 2배 높음을 알 수 있다.

<표 4> TA 와 TB 의 활동성

	A(=3)이상 참여한 자	Act
T _A	a, b, c, e	4/5 = 0.8
T _B	v, y	2/5 = 0.4

④ Att (attractiveness, 유인성); 응답을 많이 유도하는 노드는 그렇지 못한 노드보다 토의 활동을 촉진하여 토의의 상호작용을 강화한다. 유인성은 응답을 유도하는 정도를 수치로 나타낸 것이다. 비단말 노드(X)의 유인성(Att[X])은 X 의 차수(degree)를 말한다. 토의 나무의 유인성은 $Att = \sum_X Att[X] / (\text{비단말 노드의 수})$

<표 5>는 두 토의 나무 TA 와 TB 의 유인성을 보여준다. 표에서 TA 의 유인성이 TB보다 1.43배 높음을 알 수 있다.

<표 5> TA 와 TB 의 유인성

	Att
T _A	(4+2+1+2+3+1+1)/7=2.0
T _B	(1+2+1+1+1+2+1+2+1)/10=1.4

⑤ Con (continuity, 연속성); 비동기식 토의의 대표적인 단점은 동기식과 달리 메시지의 게시와 열람 및 응답 시간의 차이가 발생하게 되어 토의의 흐름에 단절이 발생할 가능성이 높다는 점이다. 연속성은 토의 참여자가 토의의 흐름을 이어가는 정도를 수치화한 개념이다. 토의의 연속성이 높을수록 토의의 흐름이 원활하다고 볼 수 있다. 단말 노드 t 에 대한 줄기(thread)를 h(t)라 하자. 줄기 h(t)에 속한 노드 X의 연속성을 $Con_{h(t)}[X]$ 라 할 때, $Con_{h(t)}[X]$ 는 다음과 같이 주어진다.

$$Con_{h(t)}[X] = \begin{cases} 1, & X\text{와 } t\text{가 같은 } proper \\ & \text{ancestor가 존재하면} \\ 0, & \text{그렇지 않으면} \end{cases}$$

줄기 h(t)에 대한 연속성은 그 줄기에 속한 각 노드의 연속성을 합한 값이다. 즉, h(t)에 속하는 모든 X_j에 대하여, $\sum_j Con_{h(t)}[X_j]$. 따라서 토의 나무의 연속성은;

$$Con = \sum_t \sum_j Con_{h(t)}[X_j] / \sum_t |h(t)|.$$

<표 6>은 두 토의 나무 TA 와 TB 의 연속성을 보여준다. 표에서 TB 의 연속성이 TA보다 약 3배 높음을 알 수 있다.

<표 6> TA와 TB의 연속성

	Con
T _A	(1+1+0+0+0+1+0) / (3+4+4+3+3+3+3) ≈ 0.12
T _B	(0+3+3+3+4) / (4+7+8+8+8) ≈ 0.37

⑥ Dep (depth dependency, 깊이 의존성); 토의 나무에서 참여자에 의한 토의의 독점 정도를 우

점도가 나타낸다면 토의 줄기에 의한 토의의 독립 정도는 깊이 의존성이 나타난다. 최대 깊이의 줄기를 h_{max} 라 하자. 깊이 의존성은,

$Dep = (h_{max}$ 의 노드 수 + h_{max} 에 속한 각 노드의 자식 노드 중에서 h_{max} 에 속하지 않은 노드들의 개수) / S

둘 이상의 Dep 가 존재하면 그들 중 최대의 Dep 를 선택한다. <표 7>은 두 토의 나무 TA 와 TB 의 깊이 의존성을 보여준다. 표에서 TB 의 깊이 의존성이 TA 보다 1.5배 정도 높음을 알 수 있다.

<표 7> TA 와 TB 의 깊이 의존성

	Dep
T_A	$(4+4) / 15 \cong 0.53$
T_B	$(8+4) / 15 \cong 0.80$

4. 참여자 행동 분석

참여자의 토의 활동을 개인적으로 분석하기 위하여 ‘참여자 특성 벡터’, VP (the characteristic vector of a participant)를 정의한다. 참여자 특성 벡터는 12개의 요소로 이루어지는 벡터로 정의한다; VP = (M, R, V, O, L, S, TS, VR, RR, Uni, Att, Con). (각 요소에 대한 설명은 4.1, 4.2에 있음) 참여자 특성 벡터는 외형적 특성과 의미적 특성들로 구분할 수 있다.

4.1 외형적 특성에 의한 분석

① M (number of messages, 메시지 수); 작성한 메시지 수의 합계

② R (number of replies, 응답 횟수); 타인의 메시지에 대한 응답 횟수의 합계

③ V (number of views, 열람 횟수); 타인의 메시지를 열람한 횟수의 합계

④ O (number of views made by others, 조회수); 자신의 메시지에 대한 다른 참여자의 조회수 합계

⑤ L (length, 메시지 길이); 작성한 메시지들의 문자 수 합계

⑥ S (number of sessions, 세션 수); 세션 수의 합계

⑦ TS (elapsed session time, 세션 시간); 세션 시간의 합계(단위: 분)

위의 요소로부터 참여자의 외형적인 토의 참여 특성을 산출할 수 있고 참여자들 상호간의 비교가 가능하다. 예를 들면, <표 8>은 참여자 (P1, P2, P3)의 각각에 대하여 외형적 특성을 보여준다. 표에서 P2 는 조회수를 제외한 다른 모든 요소에서 가장 높은 값을 보여 주고 P3 은 조회수를 제외하고 가장 낮은 값을 보여 준다.

<표 8> 외형적 특성의 예

	P_1	P_2	P_3	평균
M	26	43	15	28.0
R	12	35	11	19.3
V	62	112	57	77.0
O	46	20	35	33.7
L	5319	6380	1217	4305.3
S	52	56	23	43.6
T_S	1323	1647	1235	1401.7

그러나 보다 세밀한 비교, 분석을 위하여 아래와 같이 평균값을 계산한다. <표 9>는 <표 8>에 대한 평균값을 보여준다.

① M' (세션당 평균 메시지 수); 한 참여자가 한 세션 동안에 게재한 평균 메시지 수이며 M / S 와 같다. <표 9>에서 참여자 모두 한 세션에 평균 1건 이하의 메시지를 게시하였으며 그 중 P2 가 0.77로 가장 높다.

② R' (세션당 평균 응답수); 한 참여자가 한 세션 동안에 응답한 평균 횟수이며 R / S 와 같다. <표 9>에서 P2 가 세션당 평균 0.63건을 응답하여 가장 많음을 보여준다.

③ V' (세션당 평균 열람수); 한 참여자가 한 세션 동안에 열람한 평균 메시지 수이며 V / S 와 같다. <표 9>에서 P3 이 세션당 평균 2.48건을 열람하여 가장 많음을 보여준다.

④ O' (세션당 평균 조회수); 조회수의 평균치이며 O / S 로 주어진다. <표 9>에서 P3 이 평균적으로 가장 높은 조회수를 보여준다.

⑤ L' (평균 메시지 길이); 한 메시지를 이루는 문자수의 평균치이며 L / M 으로 계산된다. <표

9>에서 P1의 메시지가 평균적으로 가장 길다는 사실을 보여준다.

⑥ S' (평균 세션수); 토의 기간 동안 하루 평균 참여한 세션수이며 S / (참여일수)이다. <표 9>에서 30일의 기간 동안 P2가 가장 높은 평균 세션수를 보이며 일일 평균 약 2회의 세션이 있었음을 알 수 있다.

⑦ TS' (평균 세션 시간); 일회의 세션에 평균적으로 소요한 시간을 분단위로 나타내며 TS / S로 계산한다. <표 9>에서 P3이 한 세션에 평균적으로 가장 많은 시간을 소비했음을 알 수 있다.

<표 9> 외형적 특성의 평균

	P ₁	P ₂	P ₃	평균
M'	0.5	0.77	0.65	0.64
R'	0.23	0.63	0.48	0.45
V'	1.19	2.00	2.48	1.89
O'	0.88	0.36	1.52	0.92
L'	206	148	81	145
S'	1.7	1.9	0.8	1.47
TS'	25	29	54	36

4.2 의미적 특성에 의한 분석

참여자 개개의 외형적 특성으로부터 유용한 특징을 추출하기 위하여 의미적 특성 요소 다섯 가지를 아래와 같이 제시한다.

① VR (view ratio, 열람율); 게재 문건 당 평균 열람회수를 말하며 수치가 높을수록 타인의 메시지를 상대적으로 더 많이 열람한 것이 되며 V / M에 의해 주어진다. 1보다 적으면 타인의 메시지를 읽는 것보다 작성을 더 많이 하는 것으로 해석할 수 있다. <표 10(1)>에서 P3이 3.8로 가장 높은 열람율을 보여준다.

② RR (reply ratio, 응답율); 작성한 메시지 중에서 응답이 차지하는 정도를 말하며 R / M으로 계산된다. 수치가 높을수록 응답이 차지하는 정도가 높음을 말한다. <표 10(2)>에서 P2는 작성한 메시지의 81%가 응답임을 보여준다.

③ Uni (uniformity, 균등성); 사이버 토의에서의 의사교환은 타인의 메시지에 대한 응답 행위로 표출된다. 응답이 소수의 참여자들에 대하여 편중될수록 의사소통의 폭이 좁다고 볼 수 있으며 반

면 응답이 다수의 참여자에게 균등하게 분포될수록 의사소통의 폭이 넓다고 볼 수 있다. 균등성은 참여자의 의사소통의 범위를 상대적으로 측정하기 위한 것으로 다음과 같이 계산할 수 있다. 참여자 P_j가 응답한 메시지의 저자 수를 r_j라 하자. P를 참여자의 총 인원수라 하자. 모든 참여자에 대하여 응답한 메시지의 저자수의 평균은 $r' = \sum_j r_j / P$ 로 주어지고, P_j의 균등성은 $Uni(P_j) = r_j / r'$ 이다. 수치가 1이상이면 평균치보다 높은 균등성을 의미한다. 예를 들면, <표 10(3)>과 같이 r이 주어지고 P = 20, r' = 8일 때, P1, P2, P3 중에서 P2가 가장 균등한 분포임을 보여준다.

④ Att (attractiveness, 유인성); 다른 참여자로부터의 응답을 많이 이끌어내는 참여자는 토의를 촉진한다고 볼 수 있다. 참여자의 유인성은 타인의 응답을 이끌어내는 정도를 수치화한 것으로 참여자 P_j의 메시지 수를 M_j, P_j의 각 메시지에 대한 응답 메시지의 총 수를 Y_j라 할 때 P_j의 유인성은 $Att(P_j) = Y_j / M_j$ 이다. <표 10(4)>에서 P3은 자신이 작성한 메시지 수보다 더 많은 수의 응답을 생성한 경우로써 유인성이 1보다 큰 사례를 보여준다.

⑤ Con (continuity, 연속성); 원활한 토의의 흐름에 필수적인 요인인 토의의 연속성을 3.2에서는 토의 나무의 특성이라는 관점에서 살펴보고 본절에서는 개별적 참여자의 관점에서 살펴본다. 참여자에 대한 토의 연속성은 참여한 토의 줄기들의 평균 참여 횟수로 정의할 수 있다. 즉, 참여한 토의 줄기들에서 평균 참여 횟수가 많을수록 토의 연속성이 높다고 해석할 수 있다. 단말 노드 t에 대한 줄기 h(t)에서 참여자 P_j가 작성한 메시지 수를 M_j(h(t))라 하고, M_j(h(t)) > 0인 줄기의 개수를 h_j라 하자. P_j의 연속성은, M_j(h(t)) > 0인 모든 단말 노드 t에 대하여,

$$Con(P_j) = \sum_t M_j(h(t)) / h_j$$

<그림 4>에서 참여자 y의 예를 들면, My(h(n5)) = 1, My(h(n10)) = 3, My(h(n13)) = 3, My(h(n14)) = 2, My(h(n15)) = 3. 따라서 $Con(y) = (1+3+3+2+3) / 5 = 2.4$. 동일한 방법으로 참여자 v의 연속성은, $Con(v) = (1+1+2+3+3) / 5 = 2.0$. y가 참여한 토의 줄기

의 평균 참여 횟수가 v 의 것 보다 조금 더 많음을 보여준다. <표 10(5)>는 각 참여자의 연속성을 보여 준다. \bar{h} 와 $\sum M(h(t))$ 의 값이 표와 같이 주어 질 때, P3 의 연속성이 4.1로 P1, P2 에 비해 상당히 높음을 알 수 있다.

4.3 메시지 교환 관계에 의한 분석

지금까지 웹 게시판 토의 활동의 특성을 토의 나무와 참여자 개인의 관점에서 살펴보았다. 다음으로 참여자 상호간의 메시지 교환 관계로부터 참여자의 토의 활동을 수리적으로 분석해 본다. 이미 정의한 응답 그래프와 연결 그래프의 개념을 활용하여 고립과 연결, 범위, 편중, 집중의 네 가지 개념을 도출하고 그로부터 고립율과 연결율, 범위율, 편중율, 집중율의 네 가지 측정 도구를 제시한다.

<표 10> 의미적 특성의 예

	특성 요소	P_1	P_2	P_3	평균
(1)	V	62	112	57	77.0
	M	26	43	15	28.0
	VR	2.38	2.60	3.80	2.93
(2)	R	12	35	11	19.3
	M	26	43	15	28.0
	RR	0.46	0.81	0.73	0.67
(3)	r	5	9	6	-
	Uni	0.63	1.13	0.75	-
(4)	M	26	43	15	28.0
	Y	17	21	25	21.0
	Att	0.65	0.49	1.67	0.94
(5)	\bar{h}	15	31	9	18.3
	$\sum_t M(h(t))$	40	72	37	49.7
	Con	2.7	2.3	4.1	3.0

① 고립(isolation)과 연결(connection); 의사소통은 메시지의 쌍방향 통신을 조건으로 이루어진다. 쌍방향 메시지 교환의 상황은 응답 그래프로부터 도출한 연결 그래프에 의해 나타낼 수 있음을 '정의' 부분에서 보였다. 연결 그래프에서 참여자 간에 쌍방향의 응답이 존재하지 않는 고립자는 고립 노드로 표현된다. 토의 포럼에서 고립자의 수가 적을수록 바람직한 것은 당연하다. 토의 포럼의 고립율(IS ; isolation rate)은, 토의 포럼에 대한 연결 그래프에서 고립 노드의 수를 I 라 할

때, $IS = I / P$ 이다. 연결은 고립과 반대의 개념이므로 토의 포럼의 연결율(NR; connection rate)은 $NR = 1 - IS$ 이다.

② 범위 (sphere); 참여자 P_j 의 범위란 P_j 가 응답한 메시지를 작성한 참여자와 P_j 의 메시지에 응답한 참여자의 집합을 말하고 Sphere (P_j)라 표기한다. 참여자의 범위값이 클수록 더 많은 이들과의 의사소통을 의미한다. 참여자 P_j 의 범위율(SR ; sphere rate)은, Sphereave 를 참여자 전체의 평균 범위값이라 할 때,

$$SR (P_j) = |Sphere (P_j)| / Sphereave$$

범위율은 참여자 전체의 평균 범위값에 대한 비교를 통하여 개별 참여자의 범위를 상대적으로 보여준다. 어떤 참여자의 범위율이 1보다 크면 평균보다 많은 참여자들과 응답관계가 있음을 수식에서 알 수 있다. 예를 들면, 참여자의 범위값이 <표 11(1)>과 같고 범위의 평균값이 16일 때, 각 참여자의 범위율을 표와 같이 계산할 수 있다. 그 중 P3 은 평균의 1.75배에 해당하는 높은 범위값을 보이는데 이는 앞서 본 높은 응답율(표 10(2))과 높은 유인성(표 10(4))과 관련성이 있는 것으로 보인다.

③ 편중 (preponderance); 참여자 P_j 의 편중이란 P_j 의 응답수의 반 이상을 차지하는 참여자의 최소수를 말하며 PP (P_j)라 표기한다. 참여자의 편중값이 클수록 더 많은 이들과의 의사소통을 의미한다. 참여자 P_j 의 편중율(PR; preponderance rate)은, PPave 를 참여자 전체의 평균 편중값이라 할 때,

$$PR (P_j) = PPave / PP (P_j)$$

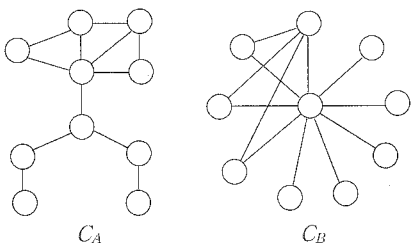
편중율은 참여자 전체의 평균 편중값에 대한 비교를 통하여 개별 참여자의 편중을 상대적으로 보여준다. 어떤 참여자의 편중율이 1보다 크면 평균보다 소수의 참여자들에게 응답이 편중됨을 알 수 있다. 예를 들면, 참여자의 편중값이 <표 11(2)>와 같고 참여자 전체($P = 20$)에 대한 편중의 평균값이 3.5일 때, 각 참여자의 편중율을 표와 같이 계산할 수 있다. 그 중 P1 은 가장 높은 편중율(1.75)을 보이고 있다.

<표 11> 범위율과 편중율의 예

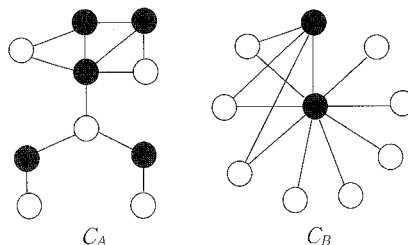
	특성 요소	P_1	P_2	P_3	평균
(1)	Sphere	10	23	28	20.33
	SR	0.63	1.44	1.75	1.27
(2)	PP	2	4	3	3
	PR	1.75	0.88	1.17	1.27

④ 집중 (concentration); 연결 그래프에서 n 을 노드의 수, e 를 간선의 수라 할 때, 연결 그래프의 집중이란 그 그래프의 모든 노드를 커버 (cover)하는 최소의 노드 수를 말하며 c 로 표기한다. 그 그래프를 커버하는 노드들과 그 간선들을 모두 제거하면 나머지 노드들은 모두 고립 노드가 된다. <그림 5>에서 두 연결 그래프 CA , CB 모두 n =10, e =12이다. 두 그래프는 동일한 노드 수, 동일한 간선 수, 동일한 연결율을 가지지만 상당히 다른 집중율을 보이고 있다. <그림 6>은 <그림 5>의 그래프에 대한 집중(질게 칠한 노드들)을 보여준다.

이제 $e \leq \sum_{k=1}^{n-j} (n-j)$ 인 최소의 k 를 구한다. 즉, k 는 노드의 수가 n 이고 간선의 수가 e 인 일반적인 그래프를 커버하는 최소의 노드 수를 말한다. 일반적으로 $k \leq c$ 이다. 연결 그래프의 집중율(CR; concentration rate)이란 k / c 로 계산되며 1에 가까울수록 집중율이 높다. 예를 들면, <표 12>는 두 그래프의 집중율을 보여준다. 그래프 CB 가 CA 보다 두 배 이상 높은 집중율을 보인다.



<그림 5> 두 연결 그래프의 예



<그림 6> 집중의 표시

<표 12> 집중율의 예

특성 요소	C_A	C_B
k	2	2
c	5	2
CR	0.4	1.0

4.4 분석의 영역 구분

참여자에 대한 개별적인 토의 활동의 분석은 참여자의 행동에 대한 이해에 도움이 되며 그를 토대로 교수자는 좀 더 체계적으로 사이버 토의에서 토의의 교육적 목적을 이루도록 지도할 수 있다. 참여자의 토의 활동을 아래와 같이 네 가지의 유형으로 나누어 분석할 수 있다.

- ① 세션 분석 (session analysis); 세션 단위의 토의 활동을 참여자 중심으로 분석한다.
- ② 일일 분석 (daily analysis); 참여자의 토의 참여 상황을 일일 단위로 분석한다.
- ③ 활동 특성 분석 (activity characteristic analysis); 참여자의 토의 활동의 특성과 행동 유형을 분석적이고 체계적으로 정형화한다.
- ④ 관계 분석 (relationship analysis); 참여자 상호간의 메시지 교환 관계를 분석한다.

<표 13>은 네 가지의 영역과 각 영역의 구성요소를 보여준다.

<표 13> 분석 영역과 구성 요소

분석 영역	구성 요소
세션 분석	세션 수, 세션 참여 시간, 세션 간격, 세션당 메시지 수, 세션당 응답 수, 세션당 열람수, 세션당 조회수, 세션당 문자 수
일일 분석	참여일 수, 일일 세션 수, 일일 참여 시간, 시간 구분
활동 특성 분석	열람율, 응답율, 균등성, 유인성, 연속성, 메시지 작성 전 열람 횟수, 메시지 작성 전 게시물 목록 화면 전환 횟수
관계 분석	고립/연결, 범위, 편중, 집중

5. 결 론

협력 학습을 위한 유용한 매체로서의 BBS는 그 교육적 효과가 학계와 교육현장에서 인정받고 있다. 그러나 BBS에 대한 이론적 규명이 미흡하여 토의 활동에 대한 제 현상의 이해가 어렵고 그로 인해 토의 활동의 운영에 도움을 줄 수 있는 적절한 지원 도구의 개발이 부족하다. 이를 위해 본 논문에서는 BBS에서의 토의 활동을 구조적으로 분석하고 그를 토대로 참여자의 개별적 행동을 분석할 수 있는 계산 모델을 개발하였다.

BBS의 구조적 분석을 위하여 토의 나무(discussion tree), 토의 활동(discussion activities), 토의 세션(discussion session) 등을 정의하고 필요한 파라미터들을 정의하였다. 토의 나무의 특성을 파악하기 위한 ‘토의 나무 특성 벡터’(the characteristic vector of a discussion tree), 참여자의 개별적 토의 성향을 분석하기 위한 ‘참여자 특성 벡터’(the characteristic vector of a participant)를 정의하였고, 각각 외형적 특성과 의미적 특성을 구분하여 살펴보았다. 토의 나무 특성 벡터는 14개의 요소(8개의 외형적 요소와 6개의 의미적 요소)로 이루어지는 벡터로 정의하였다. 참여자 특성 벡터는 12개의 요소(7개의 외형적 요소와 5개의 의미적 요소)로 이루어지는 벡터로 정의하였다.

참여자 상호간의 메시지 교환 관계로부터 참여자의 토의 활동을 수리적으로 분석하기 위하여 응답 그래프와 연결 그래프를 정의하였다. 이들 그래프로부터 참여자 상호간의 메시지 교환 관계를 이해하는데 중요한 개념인 고립/연결, 범위, 편

중, 집중의 개념을 도출하였다. 그로부터 다른 참여자들과의 상대적 비교를 계산하기 위하여 고립율/연결율, 범위율, 편중율, 집중율을 정의하였다. 마지막으로 교수자에게 참여자의 행동을 체계적으로 이해하는데 도움을 주기 위하여 참여자의 토의 활동을 네 가지의 영역으로 나누어 분석하였다 (세션 분석, 일일 분석, 활동 특성 분석, 관계 분석).

이상과 같은 구조적 분석을 통하여 다음과 같은 긍정적인 결론을 얻을 수 있다. 첫째, 토의 나무라는 형태의 구조는 비동기식 토의 활동의 현상들을 효과적으로 표현하고 분석 할 수 있다. 둘째, 토의 나무 특성 벡터와 참여자 특성 벡터는 토의 활동 전반과 참여자의 개별적 토의 활동의 표현과 분석을 위한 효과적인 계산 도구로 사용될 수 있다. 셋째, 응답 그래프와 연결 그래프는 참여자 상호간의 메시지 교환 관계를 효과적으로 분석하는 도구로 사용될 수 있다. 넷째, 본 논문의 분석 도구를 활용한다면 파악하기 어려운 사이버 토의의 현상을 운영자/관리자는 시간과 노력의 낭비 없이 여러 정보들을 자동으로 수집하고 분석된 결과를 얻을 수 있다.

이러한 이론적 노력을 토대로 하여 사이버 토의 활동을 시스템적으로 분석하고 보고하며 운영/관리의 보조 도구로 활용하는 교육용 BBS 시스템을 개발한다면 보다 편리하고 효율적인 사이버 학습 도구로 활용할 수 있을 것이다. 아직 이 분야의 연구결과가 풍부하지 못하여 실제의 적용을 위해 보다 정교한 후속 연구가 필요하리라 본다.

참 고 문 헌

- [1] 박창욱, 문교식 (2004), 초등학교의 독서교육을 위한 웹 기반 동료평가 시스템의 구현, 한국정보교육학회 논문지 8(4), 471-479.
- [2] 조일현 (2003), GBS 학습 환경 하에서 상호작용 연구를 위한 사회 연결망 분석 기법의 적용, 한국컴퓨터교육학회 논문지 6(2), 81-93.
- [3] 차정호, 노태희 (2005), 사회적 구성주의 학습 이론에 기초한 예비 교사의 온라인토론 분석, 한국컴퓨터교육학회 논문지 8(1), 13-23.
- [4] 한광현, 김미량 (2002), 초등학생을 위한 사이

버 커뮤니티의 교육적 활용 방안에 관한 탐색적 연구, 한국컴퓨터교육학회 논문지 5(2), 69-78.

- [5] Eugenia, M. W. Ng. (2002), Enhancing Collaborative Learning through Online Discussion and Peer Assessment, ICCE proceeding 262-263.
- [6] Hewitt, J. (2003), How habitual online practices affect the development of asynchronous discussion threads, Journal of Educational Computing Research, 28(1), 31-45.
- [7] Ishikawa, T., Matsuda, H., & Takase, H. (2002), Agent Supported Collaborative Learning using Community Web Software, ICCE proceeding 42-43.
- [8] Levin, J., & Waugh, M. (1997), Teaching Teleapprenticeships: Electronic network-based educational frameworks for improving teacher education, Interactive Learning Environments Journal, 6(1-2), 39-58.
- [9] Moon, G.S. (2005), A Formal Representation for Interactivity in Asynchronous Communication, ICCE proceeding 807-810.
- [10] Moon, G.S. (2003), Enhancing BBS by Utilizing Motivational Strategies and Supportive Techniques, ICCE proceeding 386-392..
- [11] Nagai, M., Shiraki, K., Kato, H., & Akahori, K. (2002), The Effectiveness of a Web Bulletin Board Enhanced with a Knowledge Map, ICCE proceeding 268-272.
- [12] Oliver, R., Omari, A., & Herrington, J. (1997), Exploring student interactions in collaborative World Wide Web learning environments, T. Muldner & T. Reeves (Eds.) Educational Multimedia/Hypermedia and Telecommunications, Charlottesville, VA: AACE, 812-817.
- [13] Rourke, L., Anderson, T., Garrison, D. R., & Archer, W. (1999), Assessing social presence in asynchronous, text-based computer conferencing, Journal of Distance

Education, 14(3) 51-70.

- [14] Sato, K., Yokoyama, S., & Akahori, K. (2001), Development and Evaluation of an Electronic Bulletin Board System Visualizing User Interaction, ICCE proceeding 114-121.
- [15] Yeung, A. S. W., & Ferry, B. (2002), Developing a Peer Learning Community through the use of CMC, ICCE proceeding 371-375.

문 교 식



1982 경북대학교 공과대학 컴퓨터공학과 (공학사)
1982~1986 KIST 시스템공학연구소, 연구원

1989 University of Oklahoma 대학원 전산학과 (이학석사)

1995 University of North Texas 대학원 전산학과 (이학박사)

1996~1997 동명정보대학교 컴퓨터공학과 조교수
1997~현재: 대구교육대학교 컴퓨터교육과 부교수
관심분야: 컴퓨터교육, 알고리즘

E-Mail: gmoon@dnue.ac.kr