

스콤 기반 학습코스 생성을 위한 연관기법

Association Method for SCORM-based Learning Course Generation

윤 현 님* 김 양 우**
Hyun-Nim Yoon Yang-Woo Kim

요 약

이러닝(e-learning)은 정보통신 매체를 활용한 교육의 새로운 형태로 시간과 공간의 제약을 받지 않아 빠르게 확산되고 있는 추세이다. 그러나 이러닝은 아직 표준화가 되지 않아 학습 콘텐츠들이 중복적으로 개발되고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 스콤(SCORM)이 제안되었다. 표준화로 인해 학습 콘텐츠의 공유성이 높아지면 콘텐츠의 재사용성이 증가한다. 그러므로 교육자나 콘텐츠 제작자가 학습코스를 생성할 때 편리하게 작업을 수행할 수 있는 방법이나 도구가 시급히 필요하다. 본 논문에서는 교육자나 콘텐츠 제작자가 교과목에 맞는 학습코스를 효율적으로 생성할 수 있는 연관기법을 제안한다. 본 논문에서 제안한 학습코스 생성 기법인 연관기법은 기존의 학습코스들과 학습 콘텐츠들을 활용하여 교과목에 맞는 학습코스를 생성하는 기법이다. 연관기법은 기존의 학습코스들에 존재하는 학습객체들의 통계적 정보와 학습객체간의 결합력을 분석하여 학습코스를 생성한다. 본 논문에서 제안한 연관기법은 교육자나 콘텐츠 제작자들이 학습코스를 편리하게 생성할 수 있도록 지원할 뿐만 아니라, 학습코스에 대한 가이드라인을 제공하는 역할을 한다.

Abstract

E-learning is a new paradigm of education using Internet media. E-learning is rapidly expanding, since it is not restricted by time and space. However, due to the lack of standardization in e-learning, learning contents are developed redundantly. SCORM has been proposed to address this standardization problems. The more learning contents are shared, the higher the reusability of contents becomes. Therefore, it is needed to develop methods or tools to help educators or content producers to create a learning course easily. In this paper, we propose an association method that could help educators or content producers to efficiently generate learning courses for a subject. The association method, a learning course generation method suggested by this paper, makes use of existing learning courses and learning contents to create new learning courses suitable to a subject. The association method analyzes statistical information of learning objects derived from existing learning courses and measures coherence between learning objects to create a learning course. The association method suggested by this paper not only supports educators or content producers for easy generation of learning course but also offers a guideline for developing learning courses.

☞ Keyword: Association Method; SCORM; Sequencing

1. 서론

이러닝에서 학습자는 컴퓨터시스템과 통신을 이용하여 학습 콘텐츠를 학습하게 된다. 이러닝의 장점은 뛰어난 접근성과 저렴한 콘텐츠 개발 비

용에 있다. 이와 같은 이유로 이러닝 산업은 기하급수적으로 증가하고 있다. 그러나 이러닝은 아직까지 표준안이 제공되지 않아 중복적인 콘텐츠 개발과 콘텐츠의 재사용성에 많은 문제점을 발생시키고 있다. 미국의 ADL(Advanced Distributed Learning)에서는 중복적인 콘텐츠 개발과 콘텐츠의 재사용성에 대한 문제점을 해결하기 위해서 SCORM을 제안하였다[1]. SCORM이 아직은 이러닝의 국제 표준은 아니지만 세계적으로 많은 기업들이 참여하고 있으며, 이러닝에서 콘텐츠 재사

* 정 회 원 : 동국대학교 정보통신공학과 박사과정
yhnim@dongguk.edu

** 종신회원 : 동국대학교 정보통신공학과 교수
ywkim@dongguk.edu(교신저자)

[2008/10/06 투고 - 2008/10/07 심사 - 2008/10/28 심사완료]

용성에 대한 기반을 제공하기 때문에 앞으로는 SCORM이 이러닝의 국제 표준이 될 것이라는 시각이 지배적이다.

이러닝의 표준화 작업은 학습 콘텐츠의 표준화된 규격을 정의함으로써 서로 다른 플랫폼에서 학습 콘텐츠들을 공유하여 사용할 수 있도록 지원한다. 콘텐츠의 재사용성 확대에 의해 콘텐츠의 수량이 방대해지면서 다음과 같은 문제점을 발생시킨다[2]. 먼저 교육자들은 학습코스를 구성할 때 적합한 학습 콘텐츠를 찾기 위해 대량의 콘텐츠 집합 속에서 많은 시간을 투자하여 학습 콘텐츠를 수집해야 한다. 또한 학습 콘텐츠들이 교육자의 의도에 맞는 학습내용인지 확인을 해야 한다. 그리고 학습코스로 구성될 학습내용 간의 연계성도 고려해야 한다. 학습 콘텐츠를 재사용할 수 있더라도 교육자나 제작자가 학습코스를 생성하기 위해 이러한 과정들을 거쳐야 한다면 학습코스 제작의 효율성이 상당히 낮아질 수밖에 없다. 그러므로 교육자나 제작자가 학습코스를 생성할 때 이를 지원할 수 있는 방법이나 도구가 시급히 필요하다.

본 논문에서는 교육자나 콘텐츠 제작자가 교과목에 맞는 학습코스를 효율적으로 생성할 수 있도록 지원하기 위해 기존의 학습코스들과 학습객체들을 활용하여 교과목에 맞는 학습코스를 자동 생성하는 연관기법을 제안하였다. 연관기법은 학습객체들의 통계적 정보와 학습객체간의 결합력을 이용한다. 두 단계의 절차에 따라 학습코스를 생성한다. 먼저 기존의 학습코스들을 분석하여 동일한 학습목표를 가진 학습객체들 사이에서 활용빈도가 높은 학습객체들을 추출한다. 다음은 학습객체들 사이의 결합력 측정을 수행함으로써 결합력이 높은 학습객체들을 연결하여 학습코스를 생성한다. 본 논문에서 제안한 연관기법은 학습코스 제작의 가이드라인을 제공함으로써 학습코스 제작자 또는 교육자에게 학습코스 개발의 편의성을 제공한다. 또한 학습 콘텐츠의 재사용성으로 콘텐

츠 개발 비용을 감소시킬 수 있다.

2. 관련연구

웹 기반 교육이 활성화된 이후로 초기의 웹 기반 교육은 콘텐츠 관리에 중점을 두고 학습코스를 관리하는 형태로 제공되었다. 특히 학습객체를 확인하고 검색하기 위해서 학습객체의 의미를 기술한 메타데이터가 필요하다. SCORM에서는 IEEE의 LTSC(Learning Technology Standards Committee)의 LOM(Learning Object Metadata)을 이용하여 학습객체의 의미를 기술하는 메타데이터를 작성한다. LOM은 학습객체의 의미를 기술하기 위해 9개 범주로 나누어 지원한다. 그 중 <General>은 학습객체의 제목, 요약, 키워드 등의 정보를 제공하고, <Life Cycle>은 학습 콘텐츠의 역사와 현재 상태 등의 정보를 제공한다. 또한 <Technical>은 학습객체의 기술적인 조건과 특징 정보를 제공하고, <Classification>은 학습객체의 분류체계에 대한 정보를 제공한다. 이와 같이 LOM 메타데이터에는 학습객체에 대한 제목과 언어부터, 생성자와 생성 날짜, 학습객체의 분류, 색인어 등을 자세하게 기술할 수 있다.

최근에는 시퀀싱(sequencing)과 같은 교육적인 측면이 점차 부각되고 있다[3][4][5]. 시퀀싱이란 교육자 또는 콘텐츠 제작자가 학습코스 설계 및 제작 시에 학습자에게 제공될 학습활동(learning activity)들의 순서를 명세한 것이다[6]. 학습활동(learning activity)은 교육적 이벤트 또는 콘텐츠 자원에 포함된 이벤트들로서 계열화 되어있는 분리된 학습단위를 의미한다. 학습활동은 학습자에게 전달될 수 있는 콘텐츠를 표현하는 학습자원을 가질 수 있다[7].

대부분의 시퀀싱 연구에서는 시퀀싱을 표현하기 위해 그래프 이론을 기반으로 학습코스를 생성하고 시퀀싱하는 방법을 제안한다[8][9][10]. 이러한 연구는 학습 콘텐츠의 기하급수적인 증가에

다른 학습 콘텐츠 재사용성을 강화시키기 위한 것을 목적으로 하고 있다. 기존의 그래프 도구를 응용한 연구로 UML을 학습코스 모델링과 시퀀싱에 활용한 연구들이 있다.[11][12][13]. 그리고 그래프 이론을 기반으로 시퀀싱을 적용한 연구들이 있다[14][15][16][17][18][19].

Dolog와 Nejd은 학습객체와 코스를 모델링하고 네비게이션과 시퀀싱을 제공하기 위해 UML(Unified Modeling Language)을 적용한 네비게이션 시퀀스 생성기법을 제안하였다[11]. UML은 OMG(Object Modeling Group)에서 제정한 표준으로 소프트웨어 시스템을 모델링하기 위한 언어이다[20][21]. 학습코스를 네비게이션 할 수 있어 학습객체를 편리하게 검색할 수 있는 장점은 있으나, 전체적인 학습경로의 순서는 교육자나 제작자에 의해 미리 결정되므로 학습경로를 생성할 때 많은 시간과 노력이 투자되어야 한다는 단점이 있다.

Lin 등은 페트리 네트를 활용하여 학습객체와 학습코스를 표현하고 시퀀싱을 제공하는 방법을 제안하였다[13][14][15]. 페트리 네트는 이산 사건에서 정보의 흐름을 모델링 하는 도구이다[22]. Chang 등은 학습객체를 페트리 네트로 구성하여 학습자들에게 효율적으로 학습할 수 있는 모델을 제안하였다[15]. 그러나 이 기법도 학습코스를 생성할 때는 교육자나 콘텐츠 제작자가 참여하여야 한다는 단점을 여전히 내포하고 있다.

Gutierrez 등은 학습객체에 그래프를 이용하여 학습코스를 생성하고 학생들의 특성에 맞게 시퀀스를 제공하는 기법을 제안하였다[18]. 제안한 기법은 학습코스과 세부적인 학습객체의 순서를 표현하여 학습 콘텐츠의 재사용성을 높인 방법이다. 그러나 교육자나 콘텐츠 설계자가 학습코스 생성에 대한 모든 작업을 수행하기 때문에 학습코스를 생성하는데 많은 시간과 노력이 투자되어야 한다. 또한 교육자나 설계자가 기술적인 기반 지식이 없을 경우에는 학습코스 생성에 더욱 많은

시간을 투자해야 한다는 단점이 있다.

기존의 학습코스 연구들에서는 대량의 학습 콘텐츠를 효율적으로 사용하기 위해 시각화 측면을 강조하였다. 이러한 시각화는 이러닝의 발전을 이룬 원동력이 되었지만, 계속적으로 증가되는 대량의 학습 콘텐츠를 원활하게 제어하고 재사용하기 위해서는 학습 콘텐츠의 재사용을 자동화해야 한다. 기존의 학습코스 연구들은 교육자 또는 콘텐츠 제작자가 학습코스에 대한 기본적인 형태를 지정해야 한다. 그리고 그 기본 형태 내에서 학습자의 수준에 따라 학습객체의 순서를 조율하고 있다. 즉 교육자나 제작자가 학습내용을 수집 및 검토하고 학습코스를 생성하기 위해서는 많은 노력과 시간을 투자해야 한다. 이와 같은 상황은 학습코스 제작의 효율성을 저해하는 요인이 된다. 그러므로 교육자나 콘텐츠 제작자가 학습코스를 편리하게 생성할 수 있는 방법이나 도구가 시급히 필요하다. 본 논문에서 이러한 문제를 해결하기 위해 연관이법을 제안한다. 본 논문에서 제안한 연관이법은 SCORM 기반 학습코스들을 이용하여 학습코스를 재사용하는 기법으로, SCORM에서 학습콘텐츠를 정의할 때 사용하는 LOM을 분석하여 학습객체를 분석하고 비교하여 학습코스 생성을 자동화 한다.

3. 연관이법

학습객체는 독립된 학습목표를 가진 독립적이고 재사용 가능한 콘텐츠이다. 예를 들어 교과목을 구성하는 각각의 장, 절, 소절 등이 하나의 독립된 학습객체로 구성될 수 있다. 이러한 학습객체에는 학습객체를 구성하는 내용의 유사도, 난이도 등에 따라 동일한 학습목표를 가진 서로 다른 학습객체들이 존재할 수 있다. 예를 들어 “영문법” 교과목이 있다고 가정하자. 그리고 교과목에서는 “명사”에 대한 학습내용을 학습목표로 갖는 학습객체가 필요하다고 가정하자. “명사”에 대한

학습객체를 생성할 때, 명사의 종류에 관한 간단한 내용들만 기술할 수도 있고, 추상명사의 보통 명사화와 같은 조금 더 심도 있는 내용을 학습객체에 포함할 수도 있다. 이 경우에는 두 학습객체가 동일한 학습목표를 갖지만 내용의 상세도에 따라 서로 다른 학습객체인 것이다.

학습코스는 학습객체들이 모여서 이루어진 일련의 학습 순서이다. 예를 들어 교육자가 “영문법” 교과목에 대한 학습코스를 생성한다고 가정하자. 교육자는 이 교과목에 필요한 “명사”, “형용사”, “부사”, “동사”, “동명사”, “to부정사” 등의 내용들을 수집 및 작성하여 독립된 학습객체로 생성한다. 다음으로 “명사”-“형용사”-“부사”-“동사”-“동명사”-“to부정사” 순서와 같이 학습자가 학습해야 할 순서를 지정하였다고 하자. 이 경우에 각 학습객체의 학습 순서를 명시한 것이 학습코스이다.

학습객체 식별자는 학습목표가 서로 다른 학습객체들을 구별하기 위한 학습객체의 인식표시자이다. 학습객체는 학습내용을 표시하기 위해 색인어를 활용하게 된다. 교과목에서 중요한 의미를 포함하고 있는 색인어를 중심으로 추가되는 내용의 색인어를 학습객체간의 거리로 활용할 수 있다. 이와 같이 활용할 수 있는 이유는 모든 학습콘텐츠들은 학습 콘텐츠를 분류하기 위해 중요한 의미의 단어를 색인어로 활용하기 때문이다. 이때 난이도가 높은 학습 콘텐츠일수록 어려운 학습내용을 습득해야 함으로 색인어가 많이 등장한다. 그림 1은 학습코스의 예를 보인 것으로 1-20에서 1은 학습객체의 식별자가 되고 20은 학습객체에 포함된 색인어의 수량을 의미한다.

본 논문에서 제안한 연관기법은 학습객체의 결합력과 발생 순서를 고려하여 학습코스를 생성하는 기법이다. 결합력은 객체의 상관성을 측정하는

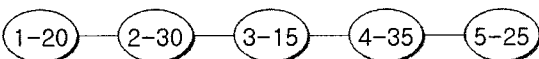
척도로 사용되며, 표현식을 식 2에 나타내었다. X_i 와 X_j 가 학습객체 일 때 결합력 r 은 학습객체들의 공분산을 기반으로 하여 표현한다. 학습객체 X_i 와 X_j 의 공분산 $C(X_i, X_j)$ 는 학습 객체 X_i 와 X_j 의 공분산을 나타내고, 이 때 $V(X_i)$ 는 학습 객체 X_i 의 분산을 나타낸다. 이러한 경우 $C(X_i, X_j)$ 는 식 1과 같이 표현할 수 있으며, 결합력은 식 1을 이용하여 식 2로 표현된다.

$$C(X_i, X_j) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (X_{i_k} - \bar{X}_i)(X_{j_k} - \bar{X}_j) \quad (1)$$

$$r_{X_i, X_j} = \frac{C(X_i, X_j)}{\sqrt{V(X_i)V(X_j)}}$$

$$= \frac{\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (X_{i_k} - \bar{X}_i)(X_{j_k} - \bar{X}_j)}{\sqrt{V(X_i)V(X_j)}} \quad (2)$$

순서규칙은 학습코스에서 나타난 학습객체들 간의 연결성을 측정하는 척도로 사용되며, 연결성이 강할수록 전후 학습객체의 동시발생 확률이 높다고 할 수 있다. 집합 C_i 를 서로 다른 학습객체 X_1, X_2, \dots, X_n 로 이루어진 학습코스라 가정할 경우, C_1, C_2, \dots, C_m 은 동일 영역에 포함된 학습코스들이다. $a_{X_t, X_{t+1}} = P(X_{t+1}|X_t)$ 라 하고, $\pi X_1 = P(X_1)$ 라 가정하자. 이때 t 는 시간을 나타내고 r 은 결합력을 나타낼 경우 $P(X_{t+1}|X_t)$ 는 X_t 라는 학습객체가 발생하였을 때에 X_{t+1} 이라는 학습객체가 연속적으로 발생할 확률을 의미한다. 이러한 가정 하에 학습코스 C_i 에 대한 순서규칙은 시간의 전후관계와 학습객체의 연관성을 이용하여 학습객체의 동시 발생빈도를 예측한다. 이러한 순서규칙을 식 3에 나타내었고, 결합력과 순서규칙을 적용한 연관기법(Association Method, AM)을 식 4에 표현하였다.



(그림 1) 학습코스 표현

$$Order(C_i) = P(X_1, \dots, X_n) \quad (3)$$

$$AM(C_i) = P(X_1, \dots, X_n) \cdot r \quad (4)$$

$$= P(X_1)P(X_2|X_1)P(X_3|X_1X_2)P(X_n|X_1, \dots, X_{n-1}) \cdot r \quad (5)$$

$$= P(X_1)P(X_2|X_1)P(X_3|X_2) \cdots P(X_n|X_{n-1}) \cdot r \quad (6)$$

$$= \pi X_1 \prod_{t=1}^n a_{X_t, X_{t+1}} \cdot r_{X_t, X_{t+1}} \quad (7)$$

연관기법은 복잡한 연산과정을 따르지만, 간단한 기본적 개념을 이용하여 학습코스를 생성하는 과정을 설명하면 다음과 같다. 연관기법에서 학습코스를 생성하는 과정은 크게 두 과정으로 나뉜다. 첫째 과정은 코스를 구성할 학습객체들을 찾는 과정이고, 둘째 과정은 추출한 대표 학습객체들의 학습 순서를 지정하여 학습코스로 만드는 과정이다. 두 과정을 단계별로 설명하면 다음과 같다.

단계 1. 학습객체 집합에서 학습객체의 발생 확률을 계산하여 시작 학습객체를 선정한다.

단계 2. 선정된 시작 학습객체에서 동시 발생이 가능한 학습객체를 연결한다.

단계 3. 연속적인 두 학습객체의 결합력을 적용하여 상관성을 측정한다.

단계 4. 순서규칙을 적용하여 전후 학습객체들의 연결강도를 측정한다.

단계 5. 연속된 두 학습객체의 결합력과 순서규칙을 결합하여 강건성을 측정한다.

단계 6. 측정된 강건성을 연관기법에 적용하여 부분 학습코스를 생성한다.

단계 7. 생성된 부분 학습코스의 마지막 학습객체

를 이용하여 다시 단계 2를 수행한다.

단계 8. 위 과정을 최종 학습객체가 생성될 때까지 반복하여 학습코스를 자동 추출한다.

4. 시뮬레이션

4.1 시뮬레이션 방법

본 연구에서는 연관기법의 성능을 측정하기 위해 가상의 학습코스 데이터들을 생성하여 페트리 넷트와 시뮬레이션을 수행하였다. 가상 데이터는 학습코스들의 집합으로 구성되며, 학습코스들의 수량은 50, 100, 200, 300, 500, 1000개로 다양한 크기로 변화시키며 가상 데이터 집합을 생성하였다. 학습코스들의 집합에서 각 학습코스는 학습객체들로 구성된다. 본 시뮬레이션에서는 학습코스를 구성하는 학습객체의 수량에 따른 다양한 분석을 위해 학습코스를 구성하는 학습객체들의 수를 20, 30, 40개로 변화시키면서 학습코스들의 집합을 생성하였다. 학습객체는 자신의 특성을 나타내는 식별자와 학습객체의 내용을 나타내는 색인어의 개수를 활용하여 학습객체간의 거리(distance)를 표현하였다. 거리값은 동일한 학습목표를 갖는 학습객체의 떨어진 정도를 의미한다. 학습객체간의 거리가 멀어질수록 학습 난이도가 높아진다. 데이터를 생성할 때는 거리의 범위 내에서 각 학습객체의 거리를 랜덤(random)하게 생성하였다. 예를 들어 거리의 범위가 0~5일 때, 학습객체 식별자가 '1'인 학습객체가 두 개 있다고 가정하자. 하나의 학습객체 거리값이 '0'이고 식별자는 '1'인 학습객체를 "1-0"이라 표현하고, 다른 하나는 학습객체 거리값이 '2'이고 식별자는 '1'인 학습객체를 "1-2"로 표현한다. 이때 학습객체 "1-2"는 학습객체 "1-0"로부터 2만큼의 거리 차이가 나타내기 때문에 1-0보다 1-2가 2정도의 거리 차이가 나타난 것이다. 데이터를 생성할 때는 거리의 범위를 0~5, 0~20, 0~100으로 하여 거

리값을 생성하여 다양한 시뮬레이션 변화를 측정하였다.

본 연구에서 학습코스의 수량 변화를 주면서 시뮬레이션을 수행한 이유는 페트리 넷과 연관 기법이 학습코스의 수량에 따라 어떠한 성능 차이를 나타내는지 확인하기 위해서이다. 학습객체의 수를 증가시키면서 시뮬레이션을 수행한 이유는 학습코스의 복잡도가 학습객체의 수량이 증가될수록 기하급수적으로 증가하기 때문이다. 실질적으로 학습코스는 학습객체를 많이 포함하는 경우가 많기 때문에 학습객체가 늘어날수록 성능을 다양하게 측정해 볼 필요가 있다. 학습코스의 복잡도를 증가시키는 또 하나의 원인은 거리이다. 학습객체의 거리는 색인어 집합을 이용하기 때문에 거리가 멀다는 것은 난이도의 차이가 높다는 의미를 내포한다. 학습객체의 거리가 다양하게 되면 학습객체를 이용한 학습코스의 복잡도는 매우 크게 증가하기 때문에 다양한 거리 변화에 따른 시뮬레이션의 분석이 필요하다. 그래서 본 연구에서는 3가지의 시뮬레이션 범주를 활용하여 페트리 넷과 연관기법의 성능을 비교 측정하였다.

페트리 넷은 이산 사건에서 정보 흐름을 모델링하는 기법으로 원, 사각형, 화살표를 이용하여 학습코스를 모델링한다. 원은 상태 전이가 일어나기 위한 조건(condition), 자원(resource), 그리고 시스템의 상태(state) 중에 하나를 표현한다. 사각형은 전이(transition)를 나타내는 것으로 상태를 변

화시키는 사건(events)이나 처리(processing)를 표현하며, 화살표(arc)는 입력과 출력을 표현한다. 페트리 넷의 기본 구조는 $N=(P, T, F)$ 로 표현하며, 기본 구조에 대한 설명을 표 1에 나타내었다.

페트리 넷은 학습객체의 연결관계를 이용하여 모델을 생성한다. 생성된 모델에서 학습코스를 결정할 때는 교육자가 결정해야 하는 단점이 있다. 본 연구에서는 이러한 페트리 넷의 문제점을 해결하기 위해 모델 생성과 학습코스 추출을 자동화하였다. 모델을 생성하여 학습코스를 자동 추출하는 과정을 다음과 같이 단계별로 설명하였다.

- 단계 1. 학습객체 집합에서 학습객체의 발생 확률을 계산하여 시작 학습객체를 선정한다.
- 단계 2. 시작 학습객체에서 연결 가능한 학습객체들을 탐색하여 연결한다.
- 단계 3. 연결된 학습객체에서 다음에 연결 가능한 학습객체들을 탐색하여 연결한다.
- 단계 4. 최종 학습객체까지 연결되면 페트리 넷을 생성하고 학습코스 추출을 준비한다.
- 단계 5. 학습객체의 식별자와 거리를 이용하여 학습객체의 발생 확률을 계산한다.
- 단계 6. 학습객체의 발생 확률을 전이함수에 전달한다.
- 단계 7. 모든 전이집합에 대해 전이함수를 생성한다.
- 단계 8. 페트리 넷에서 전이함수를 활용하여 학습코스를 자동 추출한다.

연관기법이나 페트리 넷에서 생성한 학습코스와 학습코스 집합내의 학습코스들과 거리를 계산하기 위한 거리계산식은 식 8과 같다. 수식 8에서 R 은 생성된 학습코스를 나타내고, C_i 는 시뮬레이션을 위한 학습코스들의 집합을 나타낸다.

(표 1) 페트리 넷의 기본 구조

종류	표기	설명
P	$P = \{p_1, p_2, \dots, p_m\}$	P는 자원(resource)이나 상태(state) 집합
T	$T = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$	T는 전이(transition)의 집합
F	$F \subseteq (P \times T) \cup (T \times P)$	F는 전이에 대한 함수(function)로 입력과 출력 집합

X_j 는 학습코스를 구성하는 학습객체이고, R_{X_j} 는 학습코스 R 에 포함된 학습객체 X_j 의 거리값이며, C_{iX_j} 는 학습코스 C_i 에 포함된 학습객체 X_j 의 거리값이다. 유사도는 학습집합과 추출된 학습코스의 거리로 계산된다.

$$Distance = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n |R_{X_j} - C_{iX_j}|}{m} \quad (8)$$

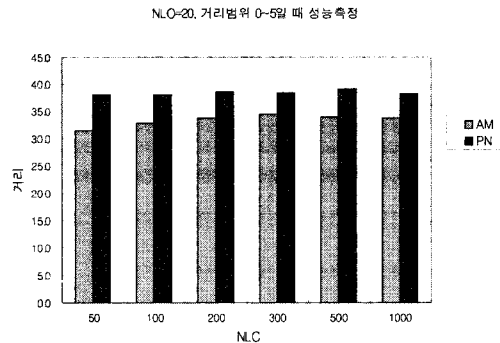
4.2 시뮬레이션 결과

첫 번째 시뮬레이션에서는 거리범위를 5로 고정한 상태에서 학습객체 수량(NLO)과 학습코스 수량(NLC)을 변화시키며, 페트리 넷(PN)과 연관기법(AM)의 유사도를 비교하였다. 그리고 다양한 분석을 위해 학습코스를 구성하는 학습객체의 수량을 20, 30, 40으로 증가시키고, 학습코스의 수량도 50, 100, 200, 300, 500, 1000으로 변화시키며 시뮬레이션 결과를 측정하였다. 학습객체가 20개일 때의 결과를 그림 2, 학습객체가 30개일 때의 결과를 그림 3, 학습객체가 40개일 때의 결과를 그림 4에 나타내었다.

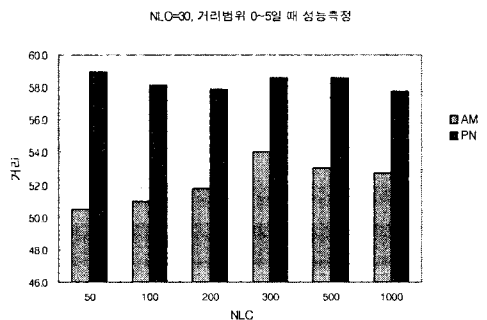
그림 2의 결과를 보면 연관기법이 적용된 학습코스가 페트리 넷이 적용된 학습코스보다 모든 구간에서 우수하게 나타난다. 연관기법이 적용된 학습코스는 데이터 집합과 33.12의 거리값을 나타내어 페트리 넷의 거리값 38.25에 비해 5.13 낮게 나왔다. 이러한 결과는 연관기법이 페트리 넷보다 우수한 학습코스를 생성하고 있다는 것을 나타낸다. 학습코스의 수량이 50에서 1000까지 늘어나더라도 연관기법은 페트리 넷보다 모든 구간에서 짧은 거리를 나타내고 있다는 것은 학습집단의 특성을 연관기법에서 생성한 학습코스가 잘 표현한다는 것을 의미한다. 그림 3은 학습객체가 30개이고 거리범위가 5인 경우의 결과로 모든 구간에서 연관기법이 페트리 넷보다 우수하게

나타났다. 객체가 20개일 때보다 더 짧은 거리를 모든 구간에서 나타내었다. 학습코스의 수량이 증가하여도 모든 구간에서 연관기법이 페트리 넷보다 우수한 거리값을 나타내었다. 그림 4는 학습객체가 40이고 거리범위가 5인 경우의 결과로 모든 구간에서 연관기법이 페트리 넷보다 우수한 거리값을 나타내었다. 평균으로 비교해 보면 연관기법은 68.57을 나타내었고 페트리 넷은 77.40을 나타내어 8.83의 거리 차이가 나타났다.

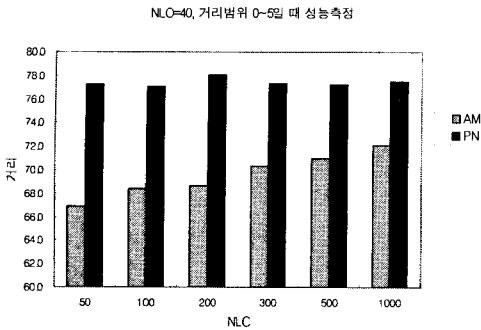
학습객체의 수량이 증가할수록 객체 복잡도가 증가하여 학습코스 생성은 더욱 복잡해진다. 이러한 경우에 연관기법은 복잡도가 증가할수록 페트리 넷보다 우수한 시뮬레이션을 나타낸다는 것을 본 시뮬레이션 결과를 통해 확인하였다.



(그림 2) 학습객체 20개이고 거리범위 5일 경우



(그림 3) 학습객체 30개이고 거리범위 5일 경우

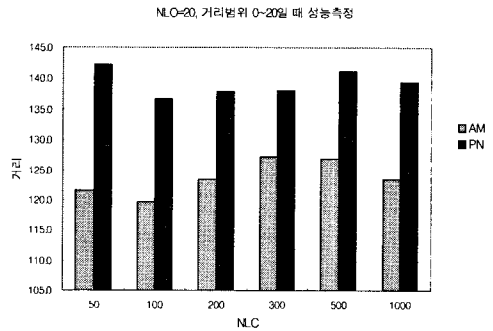


(그림 4) 학습객체 40개이고 거리범위 5일 경우

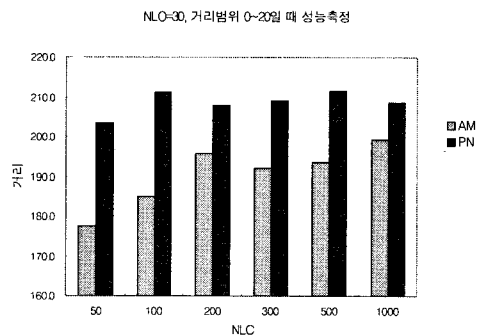
두 번째 시뮬레이션에서는 거리범위를 20으로 고정한 상태에서 학습객체 수량과 학습 코스 수량을 변화시키며, 페트리 넷과 연관기법의 성능을 비교하였다. 학습객체가 20개일 때의 결과를 그림 5, 학습객체가 30개일 때의 결과를 그림 6, 학습객체가 40개일 때의 결과를 그림 7에 나타내었다.

그림 5의 결과를 보면 연관기법이 페트리 넷보다 모든 구간에서 우수하게 나타난다. 연관기법이 적용된 학습코스는 데이터 집합과 122.98의 거리값을 나타내어 페트리 넷의 거리값 138.73에 비해 15.75 낮게 나왔다. 이러한 결과는 연관기법이 페트리 넷보다 우수한 학습코스를 생성하고 있다는 것을 나타내는 결과이다. 또한 앞서 실험한 거리범위가 5이고 학습객체 수량이 20일 경우의 결과보다도 10.62 더 거리를 단축하는 향상을 나타내었다. 거리범위가 증가할 경우에는 학습객체 생성에 대한 복잡도가 증가하게 되며, 이 경우 연관기법은 페트리 넷보다 짧은 거리를 나타낸다. 연관기법은 각 객체들의 발생 연관성을 측정하기 때문에 객체 복잡도가 높을수록 페트리 넷보다 짧은 거리를 나타낸다. 그러므로 연관기법은 페트리 넷보다 우수한 학습코스를 생성한다. 그림 6은 객체가 30이고 거리가 20인 경우의 결과 그래프로 연관기법이 187.57이고 페트리 네

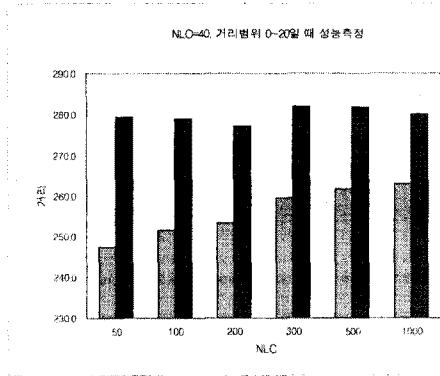
트보다 우수한 거리값을 나타내고 있다. 그림 7은 페트리 넷이 207.92를 나타내어 연관기법이 페트리 넷보다 20.35의 향상을 나타내었다. 이 결과는 객체가 30이고 거리가 5일 때보다 13.8의 성능 향상을 나타낸 것이다. 객체가 20개일 때보다 객체가 30개일 때가 40이고 거리가 20인 결과 그래프로 연관기법과 페트리 넷의 성능 차이가 26.35를 나타내어 객체가 증가할수록 연관기법의 성능이 페트리 넷보다 우수하다는 것을 본 결과를 통해 확인할 수 있었다. 거리범위가 증가한 상태에서 학습객체의 수량이 증가하면 학습코스의 복잡도는 더욱 크게 증가한다. 거리와 객체 변화에 따른 학습코스 복잡도가 크게 증가할수록 연관기법은 페트리 넷보다 우수한 거리값을 나타낸다는 것을 본 결과로 확인할 수 있었다.



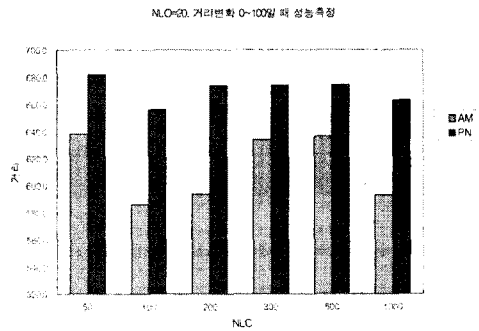
(그림 5) 학습객체 20개이고 거리범위 20일 경우



(그림 6) 학습객체 30개이고 거리범위 20일 경우

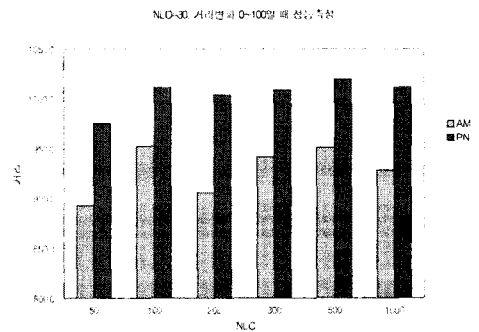


(그림 7) 학습객체 40개이고 거리범위 20일 경우

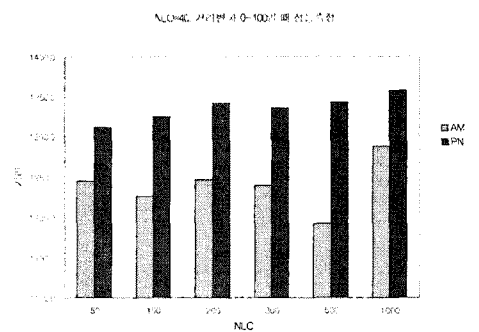


(그림 8) 학습객체 20개이고 거리범위 100일 경우

세 번째 시뮬레이션에서는 거리범위를 100으로 고정된 상태에서 학습객체 수량과 학습 코스 수량을 변화시키며, 페트리 넷과 연관기법을 비교하였다. 학습객체가 20개일 때의 결과를 그림 8, 학습객체가 30개일 때의 결과를 그림 9, 학습객체가 40개일 때의 결과를 그림 10에 나타내었다. 그림 8의 결과를 보면 연관기법이 페트리 넷보다 모든 구간에서 월등히 우수하게 나타난다. 학습객체 수량이 20개일 경우에 연관기법이 페트리 넷보다 58.43 더 짧은 거리가 되었다. 이와 같은 결과는 거리범위가 5나 20인 경우보다 월등히 높은 거리 차이를 나타낸 것이다. 그림 9와 그림 10은 학습객체 수량이 30개와 40개일 경우의 결과로 학습객체 수량이 30개일 경우에는 연관기법이 페트리 넷보다 76.82 더 짧은 거리를 나타내었으며, 객체가 40일 경우에는 89.58의 거리 향상을 나타내었다. 본 결과에서도 알 수 있듯이 거리범위가 크게 증가하게 되면 학습코스의 복잡도도 매우 크게 증가하기 하기 때문에 학습코스를 정확히 생성하기가 매우 어려워진다. 이와 같이 거리나 학습객체의 수량에 따른 복잡도가 증가되는 상황에서 본 논문에서 제안한 연관기법은 페트리 넷에 비해 복잡도가 증가할수록 더욱 우수한 성능을 나타낸다는 것을 본 결과들로 확인할 수 있었다.



(그림 9) 학습객체 30개이고 거리범위 100일 경우

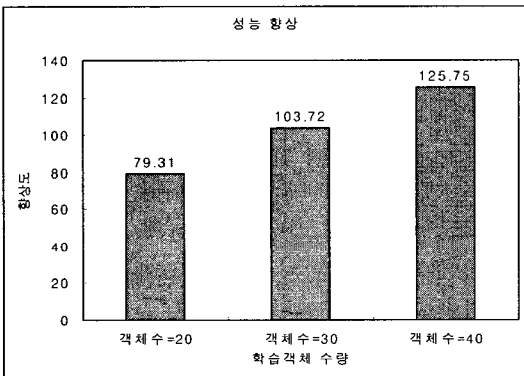


(그림 10) 학습객체 40개이고 거리범위 100일 경우

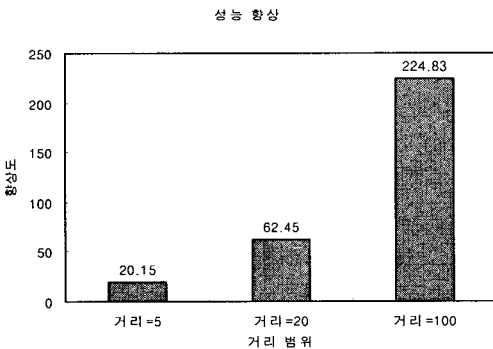
그림 11은 학습객체 수량 변화에 따른 연관기법의 특성에 대해 나타낸 그래프이다. 객체의 수

량이 증가할수록 학습객체의 복잡도도 증가하기 때문에 학습코스를 구성하기가 매우 어려워진다. 그러나 본 논문에서 제안한 연관기법은 객체로 인해 학습코스 복잡도가 증가하면 거리가 짧아지는 것이 특징이다. 학습객체 수량이 20인 경우에 79.31 나타내었다.

30인 경우에는 학습객체 수량이 20인 경우보다 30.77% 거리 향상을 나타냈으며, 학습객체 수량이 40인 경우에는 125.75의 거리를 나타내어 학습객체 수량이 20인 경우보다 58.55% 짧게 나타났다. 학습객체의 증가에 따른 학습코스 복잡도 증가 문제에서 연관기법은 페트리 네트에 비해 짧은 거리를 나타낸다.



(그림 11) 학습객체 수량 변화에 따른 거리 변화



(그림 12) 거리범위에 따른 거리 변화

그림 12는 거리의 변화에 따른 연관기법의 그래프이다. 객체의 수량과 동일하게 거리가 증가할수록 학습코스의 복잡도도 증가하기 때문에 거리 범위가 커지게 되면 학습코스를 구성하기가 매우 어려워진다. 그러나 본 논문에서 제안한 연관기법은 거리로 인해 발생하는 복잡도 문제를 페트리 네트보다 우수하게 적용하는 특징을 가지고 있다. 결과를 보면 거리가 5인 경우에 20.15의 거리를 나타내었고, 거리가 20인 경우에는 62.45의 거리를 나타내어 5인 경우에 비해 42.3의 성능 향상을 나타내고 있다. 거리가 100인 경우에는 224.83이고 204.68의 성능 향상을 더 나타내었고, 거리가 20인 경우보다는 162.38의 성능 향상을 더 나타내었다. 본 결과로 학습객체의 증가에 따른 학습코스 복잡도 증가 문제와 동일하게 거리의 증가에 따른 학습코스 복잡도 증가 문제에서도 연관기법은 페트리 네트에 비해 우수하게 적용하고 있다는 것을 확인할 수 있었다.

5. 결론

이러닝에서 학습 콘텐츠의 규격에 대한 표준화가 스킴을 중심으로 빠르게 진행됨에 따라 학습 콘텐츠의 공유가 가능하게 되었다. 학습 콘텐츠의 공유는 교육자나 콘텐츠 제작자들로 하여금 보다 많은 학습 콘텐츠들을 토대로 학습코스를 생성하도록 함으로써 양질의 학습코스를 제작할 수 있는 환경을 제공한다. 그러나 이러닝의 활성화와 학습 콘텐츠의 공유는 많은 학습코스를 생성하게 함으로써, 교육자나 콘텐츠 제작자는 이와 같은 많은 학습코스들 중에서 사용자에게 적합한 학습코스를 선택해야 하는 선택의 문제를 발생시킨다. 이러닝이 발전해갈수록 이러한 학습코스의 대량화 문제는 더 큰 문제를 발생시키게 될 것이다. 본 논문에서는 학습코스의 생성과 대량화 문제를 해결하고, 교육자나 콘텐츠 제작자가 교과목에 맞는 학습코스를 효율적으로 생성할 수 있도록

지원하기 위해 기존의 학습코스들과 학습 콘텐츠들을 활용하여 교과목에 맞는 학습코스를 자동 생성하는 연관기법을 제안한다. 연관기법은 학습객체들의 전후관계를 파악하여 전후 학습객체간의 결합력을 측정하고, 두 학습객체의 동시 발생 확률을 기반으로 순서규칙을 활용하여 학습객체들의 연결 순서를 결정한다.

본 시물레이션에서는 학습코스들의 수, 학습객체들의 수, 학습객체들 간의 거리범위를 다양하게 변화시키며 결과를 생성하였다. 시물레이션에서 연관기법은 페트리 넷보다 모든 데이터 집단에 있어 우수한 성능을 나타내었다. 학습객체 수량을 변화시킨 결과에서는 학습객체 수량 20, 30, 40인 경우에 연관기법이 페트리 넷에 비해 79.31, 103.72, 125.75의 성능 향상을 나타내었다. 거리범위에 따른 결과에서도 거리가 5, 20, 100인 경우에 연관기법은 페트리 넷에 비해 20.15, 62.45, 224.83의 성능 향상을 나타내었다. 본 결과에서 알 수 있듯이 연관기법은 학습객체 수량의 변화와 거리 변화에 따른 학습코스 복잡도 문제에서 페트리 넷에 비해 우수한 적응력을 나타내고 있다. 또한 모든 학습코스 집합에서도 연관기법은 페트리 넷보다 우수한 거리를 나타내었으며, 이와 같이 모든 학습코스 집합에서 연관기법이 우수한 성능을 나타낸다는 것은 연관기법으로 생성된 학습코스가 페트리 넷으로 생성된 학습코스보다 학습코스 집합의 특성을 잘 나타내고 있다는 것을 의미한다.

본 논문에서는 학습코스 제작의 편의성과 효율성을 높이기 위해 연관기법을 제안하였으며, 본 논문에 제안한 연관기법은 학습코스를 자동으로 생성하는 기법으로 다음과 같은 장점이 있다. 교육자나 콘텐츠 제작자가 교과목에 대한 학습코스를 생성할 때 연관기법을 활용한다면 쉽게 학습코스를 생성할 수 있는 장점이 있으며, 연관기법에 의해 추출된 학습코스는 학습코스 집단을 대표할 수 있기 때문에 학습코스의 가이드라인으로

활용할 수 있는 장점도 있다. 또한 연관기법은 기존의 학습객체를 사용하기 때문에 학습 콘텐츠의 재사용성을 증가시킬 수 있으며, 그에 따른 콘텐츠 개발 비용을 줄일 수 있는 장점이 있다.

향후연구로는 학습코스 생성에 대한 다양한 시물레이션을 수행하기 위해 학습객체의 수와 학습코스의 수를 증가시키고, 거리범위를 다양하게 변화시키는 등의 연구가 필요하다.

참고 문헌

- [1] Advanced Distributed Learning Initiative, Sharable Content Object Reference Model(SCORM), <http://www.adlnet.net>.
- [2] R. Koper, "An introduction to learning design," In Proceedings of the Learning Design: a Handbook on Modelling and Delivering Networked Education and Training, 2005.
- [3] P. Brusilovsky, "Adaptive Educational Hypermedia," In Proceedings of The International PEG Conference, 2001.
- [4] A. Cristea, "Authoring of adaptive and adaptable educational hypermedia: Where are we now and where are we going?," In Proceedings of The IASTED International Conference in Web-Based Education, 2004.
- [5] S. Retalis and A. Papasalouros, "Designing and automatically generating educational adaptive hypermedia applications," Educational Technology and Society on Special Issue on Authoring of Adaptable and Adaptive Educational Adaptive Hypermedia, 2005.
- [6] IMS Global Consortium, IMS Simple Sequencing information and behavior model, IMS Global Consortium, 2003.
- [7] M. Specht and D. Burgos, "Implementing adaptive educational methods in IMS Learning

- Design," In Proceedings of the Adaptive Learning and Learning Design workshop, 2006.
- [8] S. Gutiérrez and A. Pardo, "Sequencing in Web-Based Education: Approaches, Standards and Future Trends," In Evolution of Teaching and Learning Paradigms in Intelligent Environment, 2007.
- [9] A. Cini and J. V. deLima, "Adaptivity conditions evaluation for the user of hypermedia presentation built with aha!," In Proceedings of The Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems, 2002.
- [10] P. D. Bra, G. J. Houben and H. Wu, "AHAM: A dexter-based reference model for adaptive hypermedia," In Proceedings of the ACM conference on Hypertext and Hypermedia, 1999.
- [11] P. Dolog and W. Nejdl, "Using UML and XMI for generating adaptive navigation sequences in web-based systems," In Proceedings of the UML 2003. 2003.
- [12] S. Retalis, "CADMOS: web-based Courseware Development methodology for Open Systems based on software engineering practices (PhD thesis)," National Technical University of Athens, 1998.
- [13] H. W. Lin, L. K. Shih, W. C. Chang, C. H. Yang and C. C. Wang, "A Petri nets-based approach to modeling SCORM sequence," In Proceedings of the 2002 IEEE International Conference Multimedia and Expo, 2004.
- [14] H. W. Lin, W. C. Chang, G. Yee, T. K. Shih, C. C. Wang and H. C. Yang, "Applying Petri nets to model SCORM learning sequence specification in collaborative learning," In Proceedings of the 19th International Conference on Advanced Information Networking and Applications, 2005.
- [15] W. C. Chang, H. W. Lin, T. K. Shih and H. C. Yang, "SCORM Learning Sequence Modeling with Petri Nets in Cooperative Learning," In Proceedings of The 1st Workshop on SCORM Sequencing and Navigation, 2005.
- [16] S. Gutiérrez, A. Pardo and C. D. Kloos, "An adapting tutoring system based on hierarchical graphs," In Proceedings of The Adaptive Hypermedia, 2004.
- [17] S. Gutiérrez, A. Pardo and C. D. Kloos, "Beyond simple sequencing: Sequencing of learning activities using hierarchical graphs," In Proceedings of The Web-Based Education, 2004.
- [18] S. Gutiérrez, A. Pardo and C. D. Kloos, "A modular architecture for intelligent web resource based tutoring systems," In Proceedings of The Intelligent Tutoring Systems, 2006.
- [19] Y. Semet, Y. Yamont, R. Biojout, E. Luton and P. Collet, "Artificial ant colonies and e-learning: An optimisation of pedagogical paths," In Proceedings of the 10th International Conference on Human - Computer Interaction, 2003.
- [20] M. Fowler, "UML Distilled: A brief guide to the standard object modeling language," Addison-Wesley, 2003.
- [21] Objects management group, Object management book, <http://www.omg.org/technology/documents/formal/uml.htm>, 2005.
- [22] J. L. Peterson, "Petri net theory and the modeling of systems," Prentice-Hall, Englewood, 1981.

● 저자 소개 ●



윤 현 님(Hyun-Nim Yoon)

1996년 상명대학교 수학교육학과 졸업
2000년 동국대학교 교육대학원 컴퓨터교육학과 졸업
2001~현재 동국대학교 대학원 정보통신공학과 박사과정
2001~현재 한국폴리텍여자대학 디지털정보과 교수
관심분야 : 가상교육, XML, 분산 그리드 컴퓨팅 시스템
E-mail : yhnim@dongguk.edu



김 양 우(Yang-Woo Kim)

1984년 연세대학교 전자공학과(공학사)
1986년 Syracuse Univ. 컴퓨터공학전공(공학석사)
1992년 Syracuse Univ. 컴퓨터공학전공(공학박사)
1992년~1996년 한국전자통신연구원 선임연구원
1996년~현재 동국대학교 정보통신공학과 교수
관심분야 : 분산 그리드 컴퓨팅 시스템, 컴퓨터구조, 가상교육
E-mail : ywkim@dongguk.edu