

장면전환검출과 사용자 프로파일을 이용한 비디오 학습 평가 시스템

신성윤*, 이양원*

*군산대학교 컴퓨터정보과학과
e-mail:syshin@cs.kunsan.ac.kr

Video Evaluation System Using Scene Change Detection and User Profile

Seong-Yoon Shin*, Yang-Won-Rhee*

*Dept of Computer Info. Science, Kunsan Natl. University

요 약

본 논문에서는 사용자 프로파일을 기반으로 한 정보 필터링을 사용하여 학생 개인의 특성에 맞는 효율적인 원격 비디오 학습 평가 시스템을 제안한다. 비디오를 이용한 문제 출제를 위하여 위치, 크기, 그리고 컬러 정보를 기반으로 키 프레임을 추출하고 그레이 레벨 히스토그램 차이와 시간 윈도우를 이용하여 문제 출제 구간을 추출한다. 또한 효율적인 평가를 위하여 카테고리 기반 시스템과 키워드 기반 시스템을 합성하여 문제를 출제하도록 한다. 따라서 학생들은 부족한 영역을 보충하고 관심 있는 영역을 유지하면서 학습 성취도를 향상시킬 수 있다.

1. 서론

정보 검색은 원하는 정보를 찾아주는 기능으로서, 수집한 정보나 자료의 내용을 분석한 후 알맞게 가공하여 축적해 놓은 데이터베이스로부터 사용자의 요구사항에 적합한 정보를 탐색하여 찾아내는 일련의 과정을 의미한다[1].

정보 필터링의 전용 필터링 시스템들은 학습 기술을 이용하여 사용자 관심 프로파일을 자동으로 생성하고 유지한다[2,3]. 정보 필터링은 정보의 개인화의 중요 과정으로서 전통적으로 내용-기반 필터링, 사회적 필터링, 그리고 경제적 필터링의 세 가지 형태로 분류되며, 이들을 서로 조합하여 사용하기도 한다[4].

내용-기반 필터링은 인식 필터링이라고도 하는데, 객체는 객체들의 내용과 사용자의 우선권 사이의 관계에 의하여 선택된다. 내용-기반 필터링의 대표적인 예로는 키워드-기반 필터링이 있다[3,5]

사회적 필터링은 협동(collaborative) 필터링이라고도 불리는데, 객체들은 사용자에게 유사한 작업을 가진 다른 사람들의 관점에서 필터링 된다[6]. 사회적 필터링은 다수의 참여관계자와 객체들이 필요하다는 단점이 있지만 많은 시스템에서 이용하고 있는데, 대표적인 예로는 Tapestry 시스템[7], Stanford Information Filtering Tool(SIFT)[8], 그리고 Grou-

-pLens[9]가 있다.

경제적 필터링은 비용 요소를 기반으로 정보를 필터링하는 방법이다[8]. 여기에서 사용되는 비용 요소들에는 사용되는 비용과 이윤 사이의 관계 또는 네트워크 대역과 객체 크기 사이의 관계 등이 있다.

위의 세 가지 필터링 방법들은 서로 조합하여 사용되기도 하는데, 대표적인 예로서 NewsWeeder 시스템[10]은 Usenet News를 위하여 내용-기반 필터링과 사회적 필터링을 조합한 방법이다.

최근 몇 년 동안, 사용자 프로파일을 이용한 많은 연구들이 수행되어 왔다. XML의 발전과 함께 내용뿐만 아니라 구조를 기반으로 한 웹 문서의 필터링이 폭넓게 수행되었는데, 대표적인 최신 웹 문서의 필터링으로 XFilter 시스템[11]이 있다. Franklin 등[12]은 데이터 재추진을 위하여 사용자 프로파일을 이용하였다. 이들은 의미 있는 프로파일 언어로 작성된 사용자 프로파일을 기반으로 자동 데이터 재추진 방법을 제시하였다. Schwab 등[13]은 명확한 사용자 관찰만을 통하여 잠재적인 관심 사용자 프로파일 학습을 위한 방법을 제시하였다.

2. 장면 전환 검출

비디오의 장면 전환 검출이란 비디오에서 연속적으로 주사되는 각각의 프레임에 담겨있는 정보를 사

용하여 장면이 전환되는 지점을 찾아내는데 이용되는 기술이다.

본 논문에서는 비디오를 통한 문제 출제를 위하여 장면 전환 검출을 이용하여 키 프레임과 문제 출제 구간을 추출하는 방법을 제시한다.

2.1 키 프레임 추출

본 논문에서는 비디오를 이용하여 문제를 출제하기 위하여 EBS에서 방영된 장학퀴즈 프로그램을 이용한다. 장학퀴즈 프로그램은 총 3라운드의 평가를 수행하지만 본 논문에서는 비디오를 분할하기 위하여 1라운드만을 이용한다. 분할된 문제 영역은 언어(Language), 수학(Mathematics), 사회(Society), 과학(Science), 그리고 외국어(Foreign Language)의 총 5개 영역으로 분류하여 문제를 출제하는데 이용한다.

장학퀴즈 프로그램의 1라운드 평가에 대한 구조적 특징을 요약하면 다음과 같다.

- (1) 문제를 출제할 때는 항상 문제 번호와 문제 내용이 나타난다.
- (2) 각각의 문제 번호와 문제 내용이 처음에 나타날 때에는 문제 번호가 깜박거리는 효과가 나타난다.
- (3) 문제 번호와 문제 내용은 각각 고정된 크기를 갖는다.
- (4) 문제 번호 영역은 일정한 컬러를 갖는다.
- (5) 문제 번호와 문제 내용은 문제 출제가 완료되면 사라진다.

위의 특징을 기반으로 문제 출제 장면의 키 프레임들은 문제 번호 영역의 위치, 크기, 그리고 컬러 정보를 이용한 유사성 측정을 통하여 추출한다. 유사성 측정 방법은 식 (1)과 같다.

$$Similarity = CI_i(p, s, c) - TI(p, s, c) \quad (1)$$

where $i = 1 \dots m$

식 (1)에서 $TI(p, s, c)$ 는 사전 지식을 기반으로 생성된 문제 번호 영역의 위치(p), 크기(s), 그리고 그레이 컬러(c) 값들을 갖는 템플릿을 말한다. 그리고 $CI_i(p, s, c)$ 는 입력 프레임의 문제 번호 영역에 대한 각각의 정보를 갖는다.

키 프레임은 문제 번호 영역에 대한 유사성 측정을 통하여 임계값과의 비교를 수행함으로써 추출한다. 즉 결과값이 임계값 이내이면 키 프레임으로 추출하고 임계값 범위에 들지 않으면 일반 프레임으로 간주한다.

2.2 문제 출제 구간 추출

문제 출제 구간(QMI: question-making interval)은 문제 출제를 위하여 각각의 문제가 나타나서부터 사라질 때까지의 문제 번호와 문제 내용이 존재하는 구간을 말한다. 문제 출제 장면은 추출된 키 프레임을 바탕으로 문제 출제 구간의 추출을 통하여 얻어진 장면이다. 문제 출제 구간의 추출을 위하여 식 (2)와 같이 문제 번호 영역에 대한 그레이 레벨 히

스토그램 차이(D_i)의 계산을 먼저 수행한다.

$$D_i = \sum_{j=1}^{Bins} |H_i(j) - H_{i-1}(j)| \quad (2)$$

식 (2)에서 $H_i(j)$ 는 프레임 i 에 대한 그레이 레벨 히스토그램의 j -번째 빈(bin)을 의미한다. D_i 는 현재 프레임 F_i 와 이전 프레임 F_{i-1} 사이의 히스토그램 차이값을 말한다.

그리고 각각의 문제들을 출제할 때 처음에 나타나는 깜박임 현상 때문에 문제 출제 구간이 잘못 추출되는 것을 방지하기 위하여 키 프레임으로부터의 시간 윈도우(W_i)를 부여하여 측정한다. 문제 출제 구간(QMI)은 그레이 레벨 히스토그램 차이값(D_T) 이내에 존재할 경우 추출된다. 또한 히스토그램 차이값이 임계치보다 크더라도 키 프레임 시점(W_k)과 입력 프레임 시점(W_i) 사이의 프레임 차이값(W_f)이 시간 윈도우(W_T) 내에 존재할 경우 문제 출제 구간(QMI)으로 추출한다. 그렇지 않은 경우에는 일반 프레임 구간(NFI: Normal Frame Interval)으로 간주한다. 세부적인 문제 출제 구간 추출 알고리즘은 (그림 1)과 같다.

```

For (i = 2; i ≤ n; i++) {
    Di = gray-level histogram difference;
    Wf = |Wk - Wi|;
    If (Di ≤ DT) Fi = QMI;
    Else If (Di > DT AND Wf ≤ WT)
        Fi = QMI;
    Else Fi = NFI;
}
    
```

(그림 1) QMI 추출 알고리즘

3. 사용자 프로파일을 이용한 학습 평가

- 1) 문제를 출제할 때 사용자 프로파일을 반영하여 출제할 것인지의 여부를 결정한다.

본 논문에서는 사용자 프로파일의 측적을 위하여 미적용 프로파일 임계값($C_p(V)$)을 설정하였다. 아래와 같이 사용자의 전체 평가 계수($T_i(C)$)가 $C_p(V)$ 보다 작을 경우 사용자는 프로파일이 적용된 평가가 아닌 일반적인 평가를 받게 되며 이를 통하여 프로파일을 측정한다.

```

If (Ti(C) < Cp(V))
    THEN FOR(i = 1; i ≤ Ta(N); i++)
        Qa(N)[i] = iPq(N)
    
```

$C_p(V)$: 미적용 프로파일 임계값

$T_i(C)$: 전체 평가 계수

$T_a(N)$: 전체 영역수

$Q_a(N)$: 영역별 문제수

$iP_q(N)$: 미적용 프로파일 문제수

- 2) 사용자에게 부여할 영역별 문제수를 계산한다.
데이터베이스에서 문제수 형태로 저장되어 있는 사용자 프로파일을 가져온다. 이처럼 영역

별로 상대적 학습수준에 맞는 문제를 제시함으로써 카테고리-기반 시스템이 구현되며, 이 루틴에서 각 영역별 출제 문제수가 결정된다.

```
FOR(i = 1; i <= Ta(N); i++)
    Qa(N)[i] = Query(Select Area[i] From
        User_Profile_DB where ID = userid
```

- 3) 해당 영역에 Q_a(N)만큼의 문제를 할당한다.
이 루틴은 키워드-기반 시스템을 구현하는 루틴이다. 채점과 프로파일 반영을 통하여 생성되고 수정된 I_u(W)를 통하여 사용자 관심 단어와 관련된 문제를 우선적으로 선택한다.

```
FOR(i = 1; i <= Qa(N); i++)
    Question_Array += Query
    (Select Question_No From Question_DB
    where Question_Keyword Like %Iu(W)% )
```

I_u(W) : 사용자 관심 단어

만일 I_u(W)값이 Null이거나 I_u(W)에 해당하는 문제 레코드 셋을 모두 추가하였다면 Random() 함수를 이용하여 무작위로 선택한다. 두 가지 경우 모두 선택된 레코드 셋을 사용자에게 제공될 Question_Array에 삽입할 때는 중복검사 과정을 거치고, 정렬 알고리즘을 적용하여 사용자에게 주어질 문제들을 선택한다. 본 논문의 경우 선택정렬을 이용하였다.

- 4) 시스템은 지문과 문제를 사용자에게 보여주고 사용자가 입력한 답안을 배열 형태로 받아들인다.
5) 문제는행에서 가져온 정답과 사용자가 입력한 답안을 비교하는 채점 루틴으로서, 영역별 총점과 전체 총점을 계산한다.
6) 카테고리 기반 시스템에 적용하기 위한 영역별 가중치를 계산한다.

이 가중치 부여를 통하여 학생이 관심이 있고 문제 해결 능력이 있는 영역은 출제 문제수를 줄이고, 학생이 부족한 영역을 출제 문제수를 늘림으로서 부족한 영역을 보충하고 실력을 향상시키도록 한다.

```
FOR(i=1; i <= Ta(N); i++)
    weight[i] = { ( ( Ti(S) / Ti(N) - Ta(S)[i] / Qa(S)[i] ) • Ta(N) ) }
```

T_i(N) : 전체 만점 기준이 되는 총점
T_i(S) : T_i(N)을 만점 기준으로 얻은 전체 시험 점수
Q_a(S) : 영역별 만점 기준이 되는 총점
T_a(S) : Q_a(S)를 만점 기준으로 얻은 영역별 시험 점수

이 가중치는 선행 시험의 문제 비율(소수점 변환)과 문제수와 함께 곱해진다. 이 곱해진 결과는 반올림 되어 선행 시험 문제수와 더해지거나 빼져서 다음 시험 문제수를 산출한다.

- 7) 키워드-기반 시스템에 적용하기 위한 I_u(W)를 구한다.

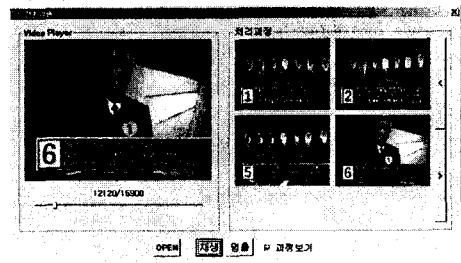
```
For(i = 1; i <= Ta(N); i++)
    Iu(W) = Query( Select Question_Keyword
    From Area[i] Where
    Question_No = Area[i][right_j])
```

right_j : 해당 영역 중 정답집합의 문제번호

- 8) 카테고리-기반 시스템에서 획득한 가중치와 키워드-기반 시스템에서 획득한 I_u(W)를 사용자 프로파일 데이터베이스에서 갱신한다. 가중치는 기존의 프로파일 데이터에 Plus 연산을 통하여, I_u(W)는 기존의 프로파일 데이터를 Queue에 삽입한 후 새롭게 획득한 데이터를 Push 연산을 통하여 갱신한다.
9) 채점을 통하여 얻어진 영역별 총점과 전체 총점을 사용자에게 제시하고 사용자 히스토리 데이터베이스에 저장한다.

4. 구현

장면 전환 검출을 위한 비디오 데이터는 EBS 장 학퀴즈의 첫 번째 라운드를 이용하였다. 키 프레임은 비디오의 문제 번호 영역에 대한 구조적 특징(위치, 크기, 그리고 컬러 정보)을 이용하여 추출하였다. 문제 출제 구간은 그레이 레벨 히스토그램 차이와 시간 윈도우를 이용하여 추출하였다. 장면 전환 검출은 (그림 2)와 같이 수행된다.



(그림 2) 장면 전환 검출

(그림 3)은 시험 결과를 바탕으로 영역별로 가중치를 부여한 결과를 나타낸다.

Area	Weight
Language	-0.675
Mathematics	0.625
Society	0.27
Science	0
Foreign Language	-0.975
Total	40

(그림 3) 학생 모듈의 영역별 가중치

<표 1>에서는 3545번 학생의 사용자 프로파일이 적용된 3번째 시험과 4번째 시험 사이의 문제수 변화를 비교하여 나타내었다.

<표 1> 3번째와 4번째 시험의 문제수 변화

Area	3번째 시험		4번째 시험	
	문제수	% (영역/전체)	문제수	% (영역/전체)
Language	5	12.5%	5	12.5%
Mathematics	10	25%	11	27.5%
Society	7	17.5%	7	17.5%
Science	8	20%	8	20%
Foreign Language	10	25%	9	22.5%

단순하고 확실적인 전통적인 학습 평가 시스템과 본 논문에서 제시한 새로운 학습 평가 시스템 사이의 특성을 <표 2>과 같이 비교 평가하였다.

<표 2> 시스템 비교 평가

구분	전통적 시스템	제안 시스템
문제 출제 및 평가 형태	단순, 전체적, 획일적	개인별로 다른 형태
영역별 문제수	전체 동일	개인별로 다름
문제 출제 및 평가 기준	출제 및 평가자 기준	개인의 특성과 성향 및 관심
문제 출제 및 평가 우선순위	우선순위 없이 동일	부족한 영역 우선
문제 출제 매체	텍스트	비디오
평가 목적	단순한 학습 성취도 평가	학습 성취도 향상

5. 결론

본 논문에서는 사용자 프로파일을 기반으로 한 정보 필터링을 이용하여 학생 개인의 특성 및 성향과 잘 부합되는 효율적인 비디오 학습 평가 시스템을 제시하였다. 평가에 사용자 프로파일을 적용하기 위하여 카테고리-기반 시스템과 키워드-기반 시스템을 합성한 문제 출제 방법을 이용하였다. 또한 본 논문에서는 비디오 형태의 문제 출제를 위하여 위치, 크기, 그리고 컬러 정보를 바탕으로 한 구조적 특징을 이용하여 문제 출제 장면의 키 프레임을 추출하였으며, 문제 출제 구간은 그레이 레벨 히스토그램 차이와 시간 윈도우를 이용하여 추출하였다. 학생들은 이 시스템을 이용하여 자신들의 부족한 영역을 보충하고 관심 영역을 유지하면서 학습 성취도를 향상시킬 수 있다. 특히, 사용자 프로파일을 이용하여 학습 평가에 대한 효율성을 매우 높였으며, 사용자 관심 단어를 이용하여 학습에 대한 흥미를 유도하였다. 또한 교사의 입장에서 학생들을 지도하는데 커다란 도움을 주도록 하였다.

참고문헌

[1]D. Lefkowitz, "File Structure for Online Systems," Rochelle Park : Hayden, 1969.

[2]Feynman, C., "Nearest neighbor and maximum likelihood methods for social information filtering," International Document, MIT Media Lab, Fall 1993.

[3]Sheth, B. D., "A Learning Approach to Personalized Information Filtering," SM Thesis, Department of EEVS, MID, Feb. 1994.

[4]T. W. Malone, et al, "Intelligent Information Sharing System," Communications of the ACM, Vol. 30, No. 5, pp. 390-402, 1987.

[5]Salton, G. and McGill, M. J. "Introduction to Modern Information Retrieval," McGraw-Hill, 1993.

[6]Thomas Kahabka, Mari Korkea-aho and Günther Specht, "GRAS : An Adaptive Personalization Scheme for Hypermedia Databases," Proc. of the 2nd Conf. on Hypertext-Information Retrieval-Multimedia(HIM '97), pp. 279-292, 1997.

[7]Goldberg, D., Nicholas, D., Oki, B., and Terry, D., "Using Collaborative Filtering to Weave an Information Tapestry," CACM, Vol. 35, No. 12, pp. 61-70, Dec. 1992.

[8]Tak Y. Yan and Hector Garcia-Molina, "SIFT-A tool for wide-area information dissemination," In Proc. of the 1995 USENIX Technical Conf., pp. 177-186, 1995.

[9]Paul Resnick, Neophytos Iacovou, Mitesh Suchak, Peter Bergstrom and John Riedl "GroupLens : An open architecture for collaborative filtering of netnews," In Proc. of ACM 1994 Conf. on Computer Supported Cooperative Work, pp. 175-186, 1994.

[10]Lang, K., "NewsWeeder : An Adaptive Multi-User Text Filter," Research Summary, Aug. 1994.

[11]M. Altinel and M. J. Franklin, "Efficient Filtering of XML documents for Selective Dissemination of Information," Proc. VLDB Conf., Sep. 2000.

[12]M. Cherniack, M. J. Franklin and S. Zdonik, "Expressing User Profiles for Data Recharging," IEEE Personal Communications, pp. 6-13, 2001.

[13]I. Schwab and A. Kobsa, "Adaptivity through Unobstrusive Learning," KI 3(2003), Special Issue on Adaptivity and User Modeling, pp. 5-9, 2002.

[14]Lee E. B, Kwak D. H and Ryu K. H, "Understanding of Computer," KNOU press center, 1999.