



학습자의 수준을 나타내는 performance(성과정보), learning\_history(상세결과정보)로 구성된다. 상세결과 정보는 study(학습결과정보), exam(문항결과정보)으로 이루어지며 prob\_type(타입결과), prob\_field(영역결과), prob\_dialog(대화상황결과)를 통해 문항의 타입, 영역, 대화상황을 분석할 수 있다.

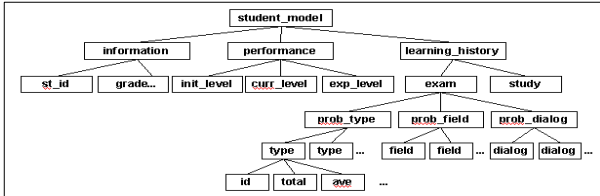


그림 2. 학습자 모델 구조도

### 2.2 초기 학습자 진단 모듈

학습자 수준에 따라 문항의 답을 맞출 확률  $P_i(\theta)$ 를 구하는 식은 (1)과 같다. 학습자의 수준에 맞는 문항을 선택하기 위해서는 문항정보값이 최대인 문항을 선택해야 하며 그 식은 (2)와 같다.

$$P_i(\theta) = \frac{1}{1 + e^{-a_i(\theta - b_i)}} \quad (1)$$

$a_i$ : 문항  $i$ 의 변별도       $b_i$ : 문항  $i$ 의 난이도  
 $\theta$ : 학습자 수준       $P_i(\theta)$ : 학습자가 문항  $i$ 를 맞출 확률

$$I_i(\theta) = a_i^2 P_i(\theta) \{1 - P_i(\theta)\} \quad (2)$$

$\theta$ : 학습자 수준       $a_i$ : 문항  $i$ 의 변별도  
 $P_i(\theta)$ : 수준  $\theta$ 인 학습자가 문항  $i$ 의 답을 맞출 확률  
 $I_i(\theta)$ :  $i$ 번째 문항의 문항정보 값

$$\theta_{s+1} = \theta + \frac{\sum_{i=1}^N a_i [U_i - P_i(\theta_s)]}{\sum_{i=1}^N a_i^2 P_i(\theta_s) Q_i(\theta_s)} \quad (3)$$

$\theta_s$ : S번째 반복 교정을 통해 얻은 능력 추정치  
 $a_i$ : 문항  $i$ 의 변별도       $U_i$ : 문항  $i$ 의 응답 결과  
 $P_i(\theta_s)$ : s번 반복해서 추정된 능력  $\theta_s$  값을 가진 피험자가 문항  $i$ 의 답을 맞출 확률  
 $Q_i(\theta_s)$ :  $1 - P_i(\theta_s)$

진단 모듈은 문항정보값이 높은 문항을 추출하고 타입, 영역, 대화상황의 모든 조건이 만족할 경우 제공한다. 영역의 개수는 포함하는 대화상황 개수에 비례하고, 대화상황은 가능한 중복되지 않는다. 학습자의 응답결과에 따라 식(3)의 최대우도추정법(Maximum likelihood method)을 통해 수준을 재추정하며, 이전 단계와 표준오차가 0.01이하이면 진단 모듈을 종료한다.

### 2.3 학습 내용 추천 모듈

학습하기 모듈은 취약한 영역에 따른 대화상황을 선택하고 학습자 수준에 맞는 지 검증한 후 제시한다. 학습을 했을 경우만 문제풀기가 가능하고, 문제풀기는 10개의 문항이 제시되고, 처음 4개의 문항은 학습한 대화상황 중에서 제시된다. 해당 대화상황에 속한 문항을 전부 틀리게 되면 학습자의 수준에 맞지 않은 대화상황이라 판단되어 다음 학습 추천 시 낮은 수준의

다른 대화상황이 제시된다. 문항은 중복되지 않으며, 영역이나 대화상황을 선택 시 동점이면 문항수가 많은 것을 추천하며, 취약한 타입에 대한 학습자의 적응력을 높일 수 있게 하였다.

### III. 학습자 모델에 따른 사용자 인터페이스

그림 3은 초기 진단 모듈 결과이다.

문제번호	평가문항	유형	영역	상황	정답여부	추정수준
1	C603-0002	C	영역2	d603	YES	2.516
2	D604-0002	D	영역2	d604	YES	4.583
3	B623-0002	B	영역3	d623	NO	5.016
4	A607-0002	A	영역3	d607	NO	4.343
5	D625-0002	D	영역6	d625	YES	3.65
6	B615-0001	B	영역3	d615	YES	3.54
7	A612-0001	A	영역2	d612	YES	3.396
8	C611-0002	C	영역4	d611	NO	2.008
9	D622-0001	D	영역7	d622	YES	1.158
10	A606-0001	A	영역1	d606	YES	0.786
11	B614-0002	B	영역4	d614	YES	0.103
12	C602-0001	C	영역2	d602	YES	0.017
13	D601-0002	D	영역2	d601	YES	0.359
14	A608-0001	A	영역3	d608	NO	0.425
15	B613-0001	B	영역2	d613	YES	0.736
16	C618-0002	C	영역3	d618	YES	1.213
17	D605-0001	D	영역2	d605	NO	1.356
18	B611-0002	B	영역4	d611	YES	1.637
19	A622-0002	A	영역7	d622	NO	1.645
20	C606-0002	C	영역1	d606	YES	1.733
21	A609-0001	A	영역1	d609	YES	1.895
22	B614-0002	B	영역4	d614	NO	1.884
23	D610-0002	D	영역3	d610	YES	1.941
24	C611-0002	C	영역4	d611	NO	1.805
25	D619-0001	D	영역2	d619	YES	1.741
26	A609-0001	A	영역3	d609	YES	1.746
27	B620-0002	B	영역3	d620	YES	1.748
28	C621-0001	C	영역3	d621	YES	1.749
초기 진단 모듈 결과		19 / 28			초기 학습자 수준 : 1.749	

그림 3. 초기 진단 모듈의 추천 문항 및 수준추정 결과

그 밖의 관리 도구로서 학습자 모델을 효과적으로 분석할 수 있는 학습자 모델 분석 도구와 학습자 결과를 기반으로 해당 학습과 문항의 수준이 적절한가를 판단하고 수정할 수 있는 문항 관리 도구를 구현하였다.

### IV. 결론 및 향후 연구 방향

학습자의 여러 특성을 고려한 학습자 모델을 구현하고 이를 바탕으로 최적의 학습을 제시하였다. 학습자 모델은 XML로 구현되어 분석 및 수정이 용이하고 추후 모델의 확장이 용이하도록 하였다.

추후 문항수가 적은 대화상황에 대해 정확히 평가할 수 있는 방법과 대화상황이나 영역이 동점일 경우의 추천 방식을 보완할 것이다.

### 참고문헌

- [1] 최숙영 외, 문항반응이론에 의한 컴퓨터 적응적 평가와 동적 학습내용 구성에 기반한 적응형 교수 시스템, 정보과학회논문지, 소프트웨어 및 응용 제32권, 제5호, pp.436-448, 2005.
- [2] 송은하 외, 문항반응이론에 의한 학습자 평가 시스템 설계 및 구현, 한국컴퓨터과학회논문지, 제6권, 제2호, pp. 31-37. 2003
- [3] 성태제, 문항반응이론의 이해와 적용, 교육과학사, 2001.
- [4] 김영환의 2인, 컴퓨터기반 적응적 검사(CAT)의 이론과 실제, 문음사, 2002.