

# 인지측정데이터를 이용한 데이터 기반 시니어 인지반응 모델링

이설화<sup>†</sup> · 윤유동<sup>†</sup> · 지혜성<sup>†</sup> · 임희석<sup>††</sup>

## 요 약

세계적으로 시니어인구는 지속적으로 증가하고 있는 추세이다. 특히 디지털 둔감 계층이었던 과거의 시니어와는 다르게 스마트 기기 및 인터넷을 지속적으로 사용하고자 하는 스마트 시니어 계층이 급부상하고 있다. 기존에 시니어에 대한 정의는 단순히 고연령 집단으로 정의하는게 대부분이었고, 시니어에 대한 특성을 파악하는 연구는 심리학연구에서 많이 이루어져 왔지만, 데이터 기반의 시니어 인지반응을 활용한 연구는 초기수준에 불과하다. 또한 스마트 시니어의 인지적 특성에 따른 콘텐츠를 제공해주기 위해서는 스마트 시니어의 인지적 특성을 잘 분류할 필요성이 있다. 따라서 본 논문은 스마트 시니어에 대한 인지반응 유형 분류를 통하여 시니어를 위한 문화향유에 도움을 줄 수 있도록 하는 데이터기반의 시니어 인지반응 모델링 방법을 제안한다.

주제어 : 인지반응, 시니어 인지반응 모델링

## Data-Driven Senior Cognitive Response Modeling Using Cognitive Measurement Data

Seolhwa Lee<sup>†</sup> · Youdong Yun<sup>†</sup> · Hyesung Ji<sup>†</sup> · Heuseok Lim<sup>††</sup>

## ABSTRACT

The world's senior population is on the rise. In particular, unlike the past seniors who were in the digital insensitivity class, the smart seniors who want to continue to use smart devices and the Internet are emerging. Although the definition of senior is merely defined as a senior group, research on the characteristics of seniors has been done in psychology studies, but research using data based senior cognitive response is only at an early stage. In order to provide contents according to the cognitive characteristics of Smart Senior, there is a need to classify the cognitive characteristics of Smart Senior well. Therefore, this paper suggests a data - driven senior cognitive response modeling method that helps the enjoyment of culture for seniors through classification of cognitive responses to smart seniors.

**Keywords** : Cognitive Response, Senior Cognitive Response Modeling

---

<sup>†</sup> 정 회 원: 고려대학교 정보대학 컴퓨터학과  
<sup>††</sup> 종신회원: 고려대학교 정보대학 컴퓨터학과 교수(교신저자)  
논문접수: 2017년 3월 3일, 심사완료: 2017년 3월 28일, 게재확정: 2017년 3월 29일  
\* 본 논문은 문화체육관광부 및 한국콘텐츠진흥원의 2017년도 문화기술 연구개발 지원 사업으로 수행되었음.  
(과제번호: R1610671)

## 1. 서론

세계적으로 시니어인구는 지속적으로 증가하는 추세로, 통계청에 따르면 2030년에는 24.3% 으로 상승하고 2050년에는 시니어 인구가 37.4%의 상당한 수준으로 상승할 것으로 전망하였다[1]. 또한 미래창조과학부의 2015년 인터넷이용실태조사 요약보고서에 따르면 60대의 절반 이상이 인터넷 이용자이며, 특히 60대 이상의 인터넷 이용률은 크게 증가하여 2014년 대비 60대는 9% 포인트 증가하였고, 70대 이상은 3.8% 포인트 증가한 것을 확인할 수 있다. 이런 증가폭은 고연령층이 타 연령층에 비해 높게 나타났는데, 점점 고령화 시대로 가는 추세를 고려하면 그 폭은 점점 더 증가할 것으로 예상된다. 또한 60대 인터넷 이용자에서 10명 중에 7명은 메신저 이용자인데 대부분이 스마트폰을 통해 메신저를 이용하는 것으로 확인되었다. 이는 대부분의 고연령자들이 평상시에도 스마트기기를 잘 활용한다는 것을 알 수 있다.

이런 결과는 디지털 둔감 계층이었던 과거의 시니어와는 다르게 스마트 기기 및 인터넷을 지속적으로 사용하고자 하는 스마트 시니어 계층이 급부상하고 있음을 알 수 있다.

스마트 시니어는 건강, 여유있는 자산, 적극적인 문화향유 의욕을 더욱 활발하게 가진 세대로, 고령화 시대의 새로운 소비계층으로 대두되고 있으며, 기존의 시니어 세대와는 다른 소비의 패턴을 보인다는 점에서 스마트 시니어로 지칭된다.

그러나, 스마트 시니어 세대의 지속적인 증가에도 불구하고 스마트 시니어 세대의 문화향유 서비스를 위한 콘텐츠와 연구, 기술이 부족한 실정이다.

시니어 세대는 정신적, 신체적으로 기능이 급격하게 상실되는 시기로, 시력감퇴, 지적 능력의 변화, 감각과 지각능력의 변화 등을 수반하게 된다 [2]. 따라서 스마트 시니어의 정신적, 신체적 특성을 반영한 스마트 시니어에 대한 유형을 파악할 필요성이 있다.

기존의 시니어에 대한 정의는 단순히 고연령 집단으로 정의하고 의료, 건강, 주거 등의 분야에서 주로 다루어 왔다. 문화향유를 즐긴다는 인식보다 정신적, 신체적 기능이 감퇴하여 의료 및 복

지에 많이 초점이 되어있는 것이다. 스마트 시니어에 대한 정의는 스마트 시니어에 대한 특성 유형을 파악하면 스마트 시니어의 인지 특성을 고려한 새로운 정의를 형성할 수 있을 것이다. 또한 스마트 시니어의 특성을 잘 분류하면 각 그룹별 인지특성을 반영한 콘텐츠를 제공해줄 수 있을 것이다.

시니어에 대한 특성을 파악한 대부분의 연구는 심리학연구에서 많이 이루어져 왔는데, 사람을 대상으로 실험하기 때문에 여러 변인과 시간 복잡성이 높고, 더욱이 데이터 기반의 시니어 인지반응을 활용한 연구는 초기수준에 불과하다.

따라서, 본 논문은 스마트 시니어에 대한 유형을 파악하기 위하여 시니어를 대상으로 수집한 인지반응 데이터를 이용하여 시니어의 유형을 모델링하는 방법을 제안한다. 본 논문에서 제안하는 모델링 방법은 K-means를 이용한 군집화방법을 사용한다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 시니어 모델링에 대한 관련 연구, 3장에서는 인지반응 게임 및 인지측정과제 데이터에 대한 설명, 4장에서는 시니어 인지반응 모델링에 대한 개요와 실험 과정 및 결과, 5장에서는 결론 및 향후 연구로 구성된다.

## 2. 관련 연구

시니어를 모델링한다는 것은 결국 시니어를 대상으로 어떤 인지적 요소들을 가지고 어떤 유형으로 시니어를 분류하여 정의하는가이다.

기존 시니어에 대한 모델링은 단순히 나이를 갖고 연령대를 분류하는 인구통계적 분류 또는 사회경제적 분류를 이용한 교육수준 등의 분류, 라이프스타일적 분류를 이용한 선호 주거 환경 분류, 인체특성적 분류를 이용한 인지능력 분류들을 많이 해왔다[3]. 하지만 이런 분류들은 단순히 설문조사들을 많이 이용해왔고, 스마트 시니어를 대상으로 한 연구이기보다는 전반적인 시니어들을 대상으로 이루어져왔다. 따라서 본 연구는 데이터 기반의 머신러닝 기법을 활용한 스마트 시니어를 모델링하기 위한 방법을 제안한다.

### 3. 인지반응게임 및 인지측정과제 데이터

본 연구는 시니어 인지반응 모델링 방법을 제안하기 위하여 시니어를 대상으로 실험한 인지반응 게임 3종과 일반인을 대상으로 수행한 인지측정 과제 데이터를 이용하여 스마트 시니어의 유형을 위한 모델링방법을 제안한다.

#### 3.1 인지반응 게임

본 연구에서 사용한 인지반응 게임 데이터는 감 받기 게임, 밥상 차리기 게임, 엘리베이터 게임으로 총 3가지 종류의 게임으로 구성되어 있다.

수집된 데이터는 평균나이 71세의 치매가 없는 건강한 시니어 464명을 대상으로 지성우(2008)[4]에서 개발한 위의 3종 게임을 수행한 데이터이다.

##### 3.1.1 감 받기 게임

감 받기 게임은 마우스를 이용하여 특정 캐릭터를 이동시켜 나무에서 떨어지는 감을 받는 게임으로, 시각 능력 및 주의 집중 능력, 시각-운동 협응 능력 향상을 위한 게임이다.

시각-운동(visual-motor)능력은 대상에 대한 인식 반응 정도를 알아볼 때 사용하는 능력이고, 주의능력은 대상에 대한 움직임 속도에 따라 주의력과 민첩한 반응을 측정할 때 사용된다. 이 게임을 반복적으로 수행하면 게임의 총 점수는 향상되고, 사용자의 마우스 조작거리는 짧아지게 되며, 전체적으로 게임 수행시간이 감소한다.

##### 3.1.2 밥상 차리기 게임

밥상 차리기 게임은 화면에 나타난 음식 그림을 기억하여 음식 그림을 선택하는 게임과, 재배치하는 게임으로 구성된다. 밥상 차리기 게임은 공간기억 능력과 시각기억 능력을 향상하기 위한 게임이다.

게임에 사용된 주요 기능은 음식이 나오는 각각의 위치좌표를 기억시킨 후 화면이 변화할 때마다 위치좌표에 변화를 주며, 이를 통해 무작위로 특정 위치에 음식이 나타난다. 게임에서 사용되는 객체로 단순한 숫자, 글자가 아닌 일상생활

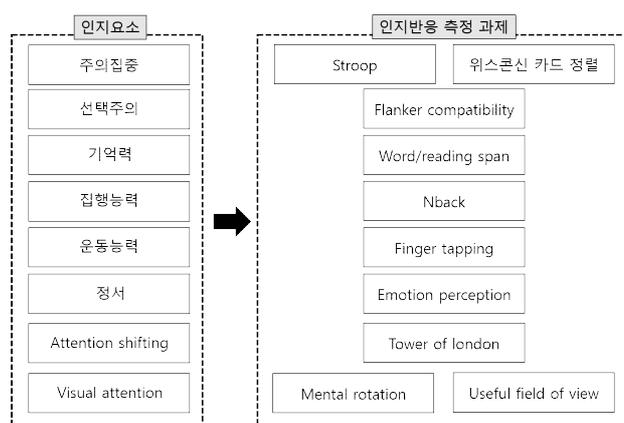
에서 볼 수 있는 친숙한 음식들을 사용하여, 단기 기억 회상에 유용하며, 시·공간적 정보를 일시적으로 저장하도록 하는 시공간 잡기장(visual-spatial sketchpad)의 능력과 위치 정보의 기능을 향상시키기 위한 게임이다.

##### 3.1.3 엘리베이터 게임

엘리베이터 게임은 숫자에 대한 시각이나 청각에 대한 단기 기억능력을 측정하는 게임이다. 본 게임은 시각이나 청각능력을 이용해 단기 기억을 측정하는 게임으로 그림 또는 음성으로 주어지는 1에서 20까지의 숫자를 기억하여, 기억한 숫자가 있는 곳의 버튼을 클릭하여 정답 및 오답에 대한 결과물이 나오게 된다.

#### 3.2 인지 측정 과제

본 연구에서 사용한 인지 측정 과제는 [5]에서 개발한 온라인 인지 측정 과제인 HNJ CNT을 사용하여 수집한 데이터를 갖고 연구를 수행하였다. 본 연구에서 사용한 인지 측정 과제는 총 10개의 과제로 다음 [그림 1]과 같이 구성되어 있다.



[그림 1] 인지 측정 과제

각 인지 측정 과제는 [그림 1]과 같이 인지요소들과 연결이 되어 있다. 연결된 인지요소와 인지반응 측정과제는 대표적으로 많이 사용하는 인지요소와 측정과제들을 나열한 것이다. 스트룹(stroop) 과제와 위스콘신 카드 정렬(wisconsin card sorting)과제는 주의집중을 측정하는 과제이다 [6][7]. 수반 자극 일치(flanker compatibility)과제

는 선택주의를 측정하는 과제이다[8]. 단어 폭(word span)과제는 기억력을 측정하기 위한 과제이다[9]. Nback과제는 집행능력[10], 손가락 태핑(finger tapping)은 운동능력[11], 감정 지각(emotion perception)은 정서[12], 런던타워(tower of london)은 집중력(attention shifting)[13], 심적 회전(mental rotation)[14]과 유효시야범위(useful field of view)는 시각 자극 주의(visual attention)를 측정하기 위한 과제이다[15].

### 4. 시니어 인지반응 모델링

본 연구는 시니어 인지반응 모델링 방법을 제안하기 위하여 시니어를 대상으로 실험한 인지반응 게임 3종과 일반인을 대상으로 수행한 인지 측정 과제 데이터를 이용하여 스마트 시니어의 유형을 위한 모델링방법을 제안한다. 제안하는 방법은 3장에서 소개한 데이터를 이용하여 데이터를 군집화하여 시니어의 유형을 도출해내는 것이다. 본 연구의 모델링 과정은 [그림 2]와 같다.

#### 4.1 데이터 전처리

인지반응 게임 3종에 관한 데이터는 치매가 없는 건강한 시니어 참가자 464명을 대상으로 수행한 데이터이다. 인지 측정 과제 데이터는 404명의 20대 참가자를 대상으로 실험한 데이터이다. 두 종류의 데이터 모두 결측치는 일반적으로 많이 사용하는 방법인 각 변수의 평균치를 계산하여 넣는 방법으로 처리하였다. 이런 방식을 사용하면 결측값을 평균값으로 대체하였기 때문에 모델링할때도 영향을 주지않게 된다.

인지반응 게임에서는 각 게임을 통해 측정된 변수(feature)들은 83개로 구성되어 있고 그 중에서 특징 선택(feature selection)방법 중 하나인 피어슨 상관관계분석을 통하여 상관관계가 낮은 변수를 제외하고 19개의 변수를 채택하였다. 데이터의 변수 중 모델링에 가장 최적화된 변수만 택하는 과정을 특징 선택이라고 한다. 피어슨 상관관계분석은 두 변수 간의 선형적 상관관계를 측정하며, [-1,1] 사이의 값을 가지는데, 0보다 큰 상관 계수 값은 한 변수가 증가하면 다

른 변수도 선형적으로 증가함을 뜻하고, 0보다 작은 상관 계수는 한 변수가 증가하면 다른 변수가 선형적으로 감소함을 뜻한다. 변수 간 높은 상관 계수가 존재한다는 것은 두 변수가 같이 증가하거나 감소하는 경향이 있다는 의미이다. 상관계수가 높은 변수가 여럿 존재하면 파라미터 수가 불필요하게 증가하여 차원저주에 빠질 우려가 있기 때문에 상관 계수가 큰 변수들은 제거하였다. 수식 1은 피어슨 상관계수를 구하는 식이다.

$$Pearson\ cor = \frac{\sum XY - \frac{\sum X \sum Y}{N}}{\sqrt{(\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{N})(\sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{N})}}$$

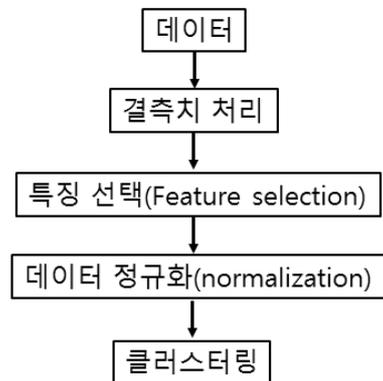
식 (1)

인지 측정 과제 데이터는 103개의 변수로 구성 되어있고, 앞선 특정 선택 방법으로 총 39개의 변수를 채택하였다.

또한 데이터의 정규화(normalization)은 두 데이터 모두 z-score방법을 사용하여 모델링을 진행하였다. 데이터 정규화는 변수 값의 분포를 표준화하는 것을 의미한다. 표준화는 변수에서 데이터의 평균을 빼거나 변수를 전체 데이터의 표준 편차로 나누는 작업을 포함한다. 이렇게 하면 변수 값의 평균이 0이 되고 값의 퍼지 정도(분포)또한 일정해진다. 수식 2는 z-score를 구하는 수식이다.

$$z - score = \frac{x - \text{평균}}{\text{표준편차}}$$

식 (2)



[그림 2] 모델링 개요

클러스터링 방법은 일반적으로 분할 기법 (partitioning clustering)과 계층적 기법 (hierarchical clustering)으로 나뉘는데, 여기에 기하학적 기법인 자기조직화지도(Self-Organized Map)기법까지 사용하여 분석 후 결과가 제일 잘 나온 분할 기법에 해당하는 K-means를 채택하여 모델링을 진행하였다.

K-means는 데이터를 k개의 클러스터로 군집화하는 알고리즘으로, 각각의 클러스터와 거리 차이의 분산을 최소화하는 방식으로 작동한다. K-means의 의사코드는 <표 1>과 같다.

<표 1> K-means 알고리즘 개요

<b>Algorithm K-means</b>	
1:	Select K points as the initial centroids
2:	<b>Repeat</b>
3:	From K clusters by assigning all points to the closest centroid
4:	Compute the centroid of each cluster
5:	<b>Until</b> The centroids don't change

## 4.2 분석 결과

### 4.2.1 인지반응 게임

모델링은 초기 K값을 3으로 설정하고 모델링을 진행하였다. <표 2>는 각 군집별 해당 변수의 평균을 수치화한 것이다. 또한 전체 평균은 해당 변수에서의 전체 데이터에 대한 평균값이다. <표 2>의 각 변수는 감 받기 게임의 [감\_총시간, 감\_마우스클릭 횟수, 감\_이동거리, 감\_속도]로 구성되고 밥상 차리기 게임은 [bob\_score\_increase\_value, bob\_wait\_decrease\_value, bob\_time\_decrease\_value, 밥상\_정답률, 밥상\_게임시간], 엘리베이터 게임 [el\_score\_increase\_value, el\_time\_increase\_value, 엘\_정답률, 엘\_게임시간]으로 구성된다. 변수 뒤에 붙은 (-)와 (+)마크는 각 변수에서 전체 평균값보다 낮았을 때 좋은 의미를, 높았을 때가 각 해당하는 인지반응이 높은 것을 의미한다. <표 2>의 변수 중 일부는 기존 데이터에서 매칭 되는 인지반응 측정 특성을 반영하여 본 연구에서 새롭게 정의하였다.

집단별 연령에서 차이가 거의 없었는데 이는 초기 데이터에서 실험 집단의 나이가 대체적으로

70대였기 때문이다. 집단별 가장 차이가 많은 인지반응 게임은 감 받기 게임이다. 감 받기 게임에서는 이동의 거리가 적을수록 물체를 적은 범위 안에서 포착하는 것이기 때문에 시각-운동 협응 능력이 높게 나타나는 것으로 판단한다.

A집단은 감 받기 게임에서 전체적으로 평균보다 낮은 결과를 보였다. 이는 시각-운동 협응 능력, 주의집중, 지각 능력이 다른 집단보다 낮다고 볼 수 있다. 또한 밥상 차리기 게임에서는 bob\_time\_decrease\_value에서 집단별 뚜렷한 차이가 있었는데, 이는 게임을 여러 번 수행 시에 수행시간의 변화량을 나타낸 변수이다. 수행시간이 점점 길어지면 전체적인 인지처리 속도가 느다고 판단할 수 있다. 또한 전체 총 게임시간은 제일 길었지만 문제의 정답률은 높고 게임 수행도가 높았다. 게임 수행도에 영향을 미치는 요인은 여러 가지가 있을 수 있지만 게임을 중도포기하지 않고 참을성을 가지고 꾸준히 수행하였음을 알 수 있다.

B집단은 감 받기 게임에서 전체 평균보다 눈에 띄는 변화는 별로 없었다. 다만, 이동거리와 속도에서 평균보다는 조금 더 빠른 반응을 보였다. 밥상 차리기 게임에서는 해당 인지처리 속도가 다른 집단보다는 높게 나왔다. 게임 수행도에서는 중도에 포기한 사람이 많다는 것을 알 수 있다.

C집단은 감 받기 게임에서 감\_속도를 제외하고 모두 집단평균보다 값이 좋게 나왔다. 이는 시각-운동 협응 능력, 주의능력, 지각 능력이 다른 집단보다 우수하다는 것을 반영하고 있다. 반면, 밥상 차리기 게임에서는 수행시간이 높게 나왔다. 각 단계별 수행시간은 좋게 나오지 않았지만 밥상\_게임시간 변수에서 밥상 차리기 전체 게임시간은 다른 집단보다 빨리 진행한 것을 알 수 있다.

<표 2> 인지 반응 게임 K-means 모델링 결과

변수	전체 평균	클러스터		
		A	B	C
-	-			
Cluster Size	-	66	243	155
나이	71.5 8	70	72	70
여성	-	58	60%	52%

			%		
학력(year)		8	8	7	9
감 받 기 계 입	감_총시간(초)(-)	179	237	182	151
	감_마우스클릭횟수 (-)	29	61	27	17
	감_이동거리(-)	8608	147 86	8085	6796
	감_속도(-)	52.9	70	48	53
밥 상 차 리 기	bob_score_increase _value(+)	4.92	4.83	4.98	4.87
	bob_wait_decrease _value(-)	3.8	3.48	3.51	4.52
	bob_time_decrease _value(-)	1.8	6.54	-2.3	6.22
개 입	밥상_정답률(+)	0.99	0.98	0.98	0.99
	밥상_게임시간(-)	140	165	146	119
엘 리 베 이 터	el_score_increase_ value(+)	3.03	3.06	3.05	2.98
	el_time_increase_v alue(+)	29	62	55	43
	엘_정답률(+)	0.98	0.98	0.97	0.98
	엘_게임시간(+)	52.2 6	62	55	43
총게임시간		330	466	337	259
총점(+)		272	387	260	241
게임수행도(+)		20.4	37	10	29

4.2.2 인지측정 과제

모델링은 앞선 인지반응 게임과 동일하게 K를 3으로 설정하여 모델링을 진행하였다. 인지측정 과제는 총 10개의 과제로 구성되어 있으며 각 과제는 심적 회전(mental rotation), 감정 지각(emotion perception), 단어 폭(word span), Nback, 유효시야범위(useful field of view), 수반 자극 일치(flanker compatibility), 스트룹(stroop), 손가락 태핑(finger tapping), 런던타워(tower of london), 위스콘신 카드 정렬(wisconsin card sorting)에 해당하는 각 변수들로 구성된다.

심적 회전(mental rotation)에서는 해당 과제에서 3차원 물체가 제시되고 해당 각도별로 회전을 했을 때 원본물체와 동일한지에 대한 측정 변수들로 구성된다. 해당 과제에서는 사용된 각도가 높을수록 과제를 수행하는데 난이도가 있음을 기준으로 판단한다.

감정 지각(emotion perception)에서는 다수의 주어진 사람의 얼굴 표정 그림에서 다른 감정을 보이는 표정을 찾아내는 과제를 수행하는데, 각 조건별로 긍정 표정 안에서 하나의 부정 표정, 부

정 표정 안에서 하나의 긍정 표정, 얼굴이 모두 긍정 표정, 얼굴이 모두 부정 표정인 조건들로 구성된다.

단어 폭(word span)에서는 기억력을 측정하는 과제로 주어진 단어를 몇 개까지 기억하는지 측정한다.

Nback에서 해당 변수 옆에 있는 번호는 화면에 연속되는 문자를 기억할 때 N개 전에 나온 자극을 잘 기억하고 있다가 현재 나온 자극과 비교한 것을 측정한 것이다. 점점 레벨이 높은 과제, 즉 N의 횟수가 높은 과제에서 정답률이 높은 경우 집행기능이 우수한 것으로 판단한다.

유효시야범위(useful field of view)에서는 easy, normal, hard로 변수가 구성되는데 각각 목표 자극이 시야각 안쪽에 위치하는 조건, 목표 자극이 시야각의 중간에 위치하는 조건, 목표 자극이 시야각의 바깥쪽에 위치하는 조건에 해당한다.

수반 자극 일치(flanker compatibility)에서는 주어진 자극에서 어려운조건과 쉬운 조건에 대한 정오율 및 반응시간, 부합조건, 비부합조건, 정오율, 반응시간을 모델링하는데 사용하였다.

스트룹(stroop)에서는 단어가 반복해서 나오는 횟수를 번호로 누르게끔 하여서 그에 해당하는 반응시간과 정오율을 측정한다. 예를 들어 화면에 ‘ZZ’, ‘22’, ‘MM’ 등이 제시될 경우는 반복하는 단어가 두 번씩 나오므로 ‘2’를 누르게 된다. 중립조건은 과제를 수행하는데 자극으로 인지하지 않아도 되는 것을 그대로 잘 넘기는지 측정하기 위한 것이다.

손가락 태핑(finger tapping)에서는 해당과제에서 버튼을 누른 횟수를 측정한 변수를 사용하였다.

런던타워(tower of london)에서는 해당 과제를 몇 번의 블럭을 이동하여 완성하였는지를 측정할 변수를 사용하였다. 측정기준은 최소한의 움직임으로 수행한 것을 기준으로 사용한다.

위스콘신 카드 정렬(wisconsin card sorting)에서는 정렬 기준이 계속 바뀌었을 때 정답률 측정한 변수를 모델링에 사용하였다.

<표 3> 인지 측정 과제 K-means 모델링 결과

	변수	전체 평균	클러스터		
			A'	B'	C'
	-	-	A'	B'	C'
	Cluster Size	-	84	268	52
	나이	27	26	25	26
	여성	23%	17%	28%	0.05%
mental rotation	정오율	0.58	0.58	0.55	0.70
	정오율 00°(도)	0.7	0.72	0.67	0.80
	정오율 30°(도)	0.6	0.61	0.57	0.74
	정오율 60°(도)	0.54	0.54	0.52	0.68
	정오율 90°(도)	0.53	0.51	0.50	0.67
	정오율 120°(도)	0.54	0.52	0.51	0.69
	정오율 150°(도)	0.54	0.57	0.51	0.64
	반응시간1 20°(도)	1294	972	1246	2057
	반응시간1 50°(도)	1316	1028	1254	2103
	emotion perception	정오율	0.92	0.89	0.92
정오율pn		0.88	0.85	0.89	0.87
정오율np		0.9	0.87	0.91	0.90
정오율ap		0.99	0.98	0.99	0.98
반응시간 pn		1630	1592	1617	1756
반응시간 an		1903	1864	1887	2046
word span	단어폭	4.63	4.44	4.64	4.86
Nback	정오율1	0.93	0.80	0.97	0.98
	정오율2	0.92	0.80	0.95	0.96
	반응시간2	1440	1706	1364	1403
useful field of view	정오율 normal	0.6	0.41	0.65	0.65
	반응시간 hard	981	942.6453	982.5201	1035.322
	반응시간 easy	986	944	977	1099
	반응시간 normal	938	936	945	907
flanker compatibility	정오율	0.74	0.64	0.76	0.80
	정오율 easy 부합	0.85	0.71	0.89	0.92
	정오율 easy 비부합	0.9	0.74	0.94	0.94
	정오율 easy	0.88	0.72	0.91	0.93

	반응시간	1031	926	1049	1105
	반응시간 비부합	1069	947	1093	1144
	easy 반응시간	27.3	34	30.8	-2.6
stroop	정오율	0.95	0.87	0.97	0.97
	정오율2	0.96	0.93	0.97	0.97
	반응시간 중립조건	590	584	592	589
	반응시간3	588	586	589	588
finger tapping	평균탭수	65.4	62	66	67
tower of london	평균스택수	7.94	8.01	7.94	7.75
wisconsin card sorting	정오율	0.82	0.79	0.83	0.83

전체 그룹별 결과는 각 변수별 편차를 비교하여 '상','중','하'로 분류하였다. <표 3>을 분석한 결과는 <표 4>와 같다. 또한 <표 3>의 과제에 대한 인지요소와의 매핑은 [그림 1]과 같다.

<표 4> 인지 측정 과제 그룹별 결과

인지요소	그룹		
	A'	B'	C'
주의집중	중	상	상
선택주의	하	중	상
기억력	하	중	중
집행능력	하	중	상
운동능력	중	중	중
정서	하	상	중

### 4.3 모델 평가

클러스터링 평가 척도는 클러스터링이 얼마나 잘 되었는가를 측정하는 방법으로 크게 내부 평가와 외부 평가 크게 두 가지방법이 있는데, 내부 평가는 데이터 집합을 클러스터링 한 결과 자체를 놓고 평가하는 방식이다. 외부 평가는 클러스터링에 사용하지 않은 데이터로 평가한다.

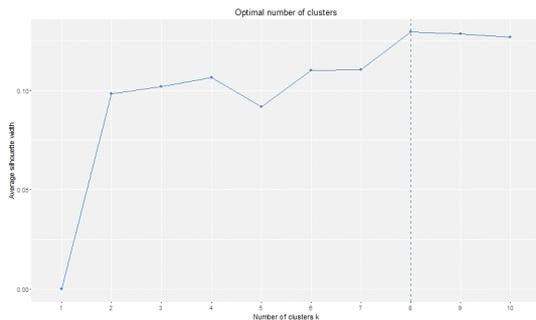
본 연구에서는 모델의 성능 평가를 위하여 내부 평가 방법 중 하나인 실루엣 기법을 수행하였다. 또한 실루엣 기법을 사용하기 전 엘보우(Elbow)방법을 사용하여 평가하였으나 본 연구에서는 실루엣 기법이 평가가 뚜렷이 나온 것으로 판단되어 최종 선택하였다. 실루엣 기법은 데이터들이 얼마나 잘 클러스터링 되었는지를 간단한

방법으로 나타낸다. 하나의 데이터  $i$ 에서, 해당 데이터가 속한 클러스터 내부에 존재하는 데이터들과의 평균거리를  $a(i)$ 라 정하고, 해당 데이터가 속하지 않은 다른 클러스터들 내부에 존재하는 데이터들과의 평균거리를  $b(i)$ 라 할 때, 실루엣  $s(i)$ 는 식 (3)과 같이 계산한다.

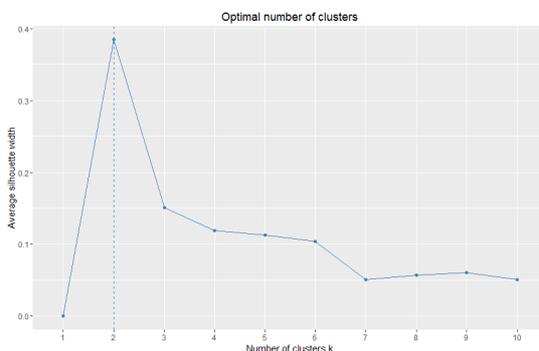
$$s(i) = \frac{b(i) - a(i)}{\max\{a(i), b(i)\}} \quad \text{식 (3)}$$

이때 계산된  $s(i)$ 는  $-1 \leq s(i) \leq 1$ 의 값을 가지는데 1에 가까울수록 데이터  $i$ 는 알맞은 클러스터에 할당된 것이며, -1에 가까울수록 잘못된 클러스터에 할당되었음을 나타낸다.

[그림 3]에서 인지반응 게임 모델링 결과는 k=8일 때 클러스터링 성능이 더 좋다고 제시하고 있다. [그림 4]는 인지측정 과제 모델링 결과에서 k=2일 때 모델의 성능이 가장 좋은 것을 확인할 수 있다. 이러한 결과가 나온 것은 초기 모델링한 데이터의 특성으로 인한 결과 때문인 것으로 추측된다.



[그림 3] 인지반응 게임 모델링 평가



[그림 4] 인지측정 과제 모델링 평가

## 5. 결론 및 향후 연구

본 연구는 인지반응 게임과 인지측정 데이터를 이용한 데이터 기반의 시니어 모델링 방법을 제안하였다. 인지측정 데이터의 경우 시니어가 아닌 일반인을 대상으로 했을지라도 시니어 모델링 방법을 제안한 것에는 다른 점이 없을 것이다.

시니어가 사용하는 콘텐츠들의 맞춤형 UI/UX 요소를 제공해주기 위해서는 실제 UI/UX 요소와 시니어의 인지반응과의 정량적인 매핑이 필요할 것이다. 따라서 향후 연구로는 실제 자막의 위치 라틴가 UI 및 UX 요소를 고려한 인지실험 측정을 통하여 더욱 직접적인 스마트 시니어를 위한 모델링을 만들 수 있을 것이다.

## 참고 문헌

[1] Statistics Korea, 2012 Aging static, 2012.

[2] 심혜정. (2012). **시니어를 위한 스프레드시트 교육 시스템 설계**. 교육대학원 학위논문. 부경대학교.

[3] 신원경, & 박민용. (2007). 실버가전제품 개발을 위한 노인 사용자 분류. **대한인간공학회 학술대회논문집**, 162-171.

[4] 지성우, 조성호, 정재범, 남기춘, & 최문기. (2008). 인지기능 진단 및 향상을 위한 기능성 게임 개발. **한국컴퓨터게임학회논문지**, 14(단일호), 239-246.

[5] <http://www.ntelligentgames.com/>

[6] Nam, S., Nam, K., & Baik, Y. (2015). Cognitive and Emotional Inhibition Processes of Gifted Children: Word-color and Emotional Stroop Effects. *Journal of Gifted/Talented Education*, 25(4), 469-491.

[7] 이철희, & 한양순. (1997). 만성정신분열병 환자를 대상으로한 Wisconsin Card Sorting Test 타당도 연구. *Korean Journal of Clinical Psychology*, 16(2), 343-354.

[8] Lavie, N., Hirst, A., De Fockert, J. W., & Viding, E. (2004). Load theory of selective attention and cognitive control. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133(3), 339.

- [9] Radvansky, G. A., & Copeland, D. E. (2004). Working memory span and situation model processing. *The American journal of psychology*, 191-213.
- [10] Kane, M. J., Conway, A. R., Miura, T. K., & Colflesh, G. J. (2007). Working memory, attention control, and the N-back task: a question of construct validity. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 33(3), 615.
- [11] 김규태, 김창윤, & 사공준. (2004). 컴퓨터의 종류가 컴퓨터 신경행동검사에 미치는 영향. *대한직업환경의학회지*, 16(3), 276-286.
- [12] Kerr, S. L., & Neale, J. M. (1993). Emotion perception in schizophrenia: specific deficit or further evidence of generalized poor performance?. *Journal of abnormal psychology*, 102(2), 312.
- [13] Li, J. Y., Zou, X. B., Jing, J., Tang, C., & Chen, K. (2005). Studies of the executive function profiles in children with attention deficit hyperactivity disorder. *Chinese Mental Health Journal*, 19(3), 162-165.
- [14] 이정원, 안시내, & 황수진. (2012). 3 차원 물체의 심상회전이 만성 편마비 뇌졸중 환자의 반응시간에 미치는 영향. *Changes*, 13(3), 1114-1121.
- [15] B. Sekuler, Patrick J. Bennett, Mortimer Mamelak, A. (2000). Effects of aging on the useful field of view. *Experimental aging research*, 26(2), 103-120.



## 이 설 화

2015 백석대학교 소프트웨어  
학과(이학학사)  
2015~현재 고려대학교 컴퓨터  
학과 석·박사통합과정

관심분야: 자연어처리, 기계학습, 딥 러닝  
E-Mail: whiteldark@korea.ac.kr



## 윤 유 동

2015 목원대학교 마케팅  
정보컨설팅학과(경제학사)  
2015~현재 고려대학교 컴퓨터  
학과 석사과정

관심분야: 학습 분석, 데이터마ining, e-learning  
E-Mail: 2015010492@korea.ac.kr



## 지 혜 성

2009 한신대학교 소프트웨어  
학과(이학학사)  
2011 고려대학교 컴퓨터교육  
학과(이학석사)

2011~현재 고려대학교 컴퓨터교육과 박사과정  
관심분야: 정보검색, 자연어처리, 컴퓨터교육  
E-Mail: hyesung84@korea.ac.kr



## 임 희 석

1992 고려대학교  
컴퓨터학과(이학학사)  
1994 고려대학교  
컴퓨터학과(이학석사)

1997 고려대학교 컴퓨터학과(이학박사)  
2008~현재 고려대학교 사범대학 컴퓨터교육과  
교수

관심분야: 자연어처리, 뇌신경 언어 정보 처리  
E-Mail: limhseok@korea.ac.kr