



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년01월09일
(11) 등록번호 10-2064681
(24) 등록일자 2020년01월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61B 5/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류

A61B 5/4803 (2013.01)

A61B 5/7275 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0113787

(22) 출원일자 2018년09월21일

심사청구일자 2018년09월21일

(56) 선행기술조사문헌

KR101572975 B1

KR101716768 B1

JP04261197 B

임동선 외, 과제 난이도에 따른 고기능 자폐아동의
작업기억 수행능력, 언어청각장애연구 2012;
17; 451-465

(73) 특허권자

이화여자대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 이화여대길 52 (대현동, 이
화여자대학교)

(72) 발명자

임동선

서울특별시 강남구 압구정로 151, 95동 406호 (압
구정동, 현대아파트)

(74) 대리인

윤귀상

전체 청구항 수 : 총 11 항

심사관 : 이봉수

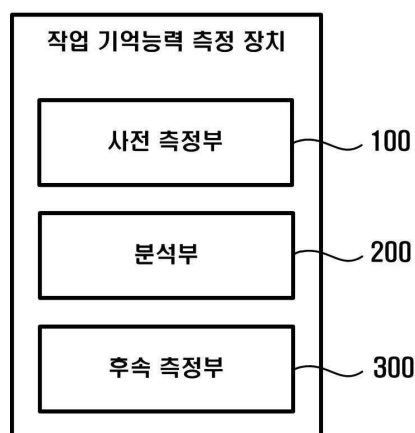
(54) 발명의 명칭 **비단어 따라 말하기를 이용한 작업 기억능력 측정 방법, 이를 수행하기 위한 장치 및 기록매체**

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른 비단어 따라 말하기를 이용한 작업 기억능력 측정 방법은, 복수의 음절로 구성되며, 의미를 갖지 않는 비(非)단어 형태의 사전 질문정보를 미리 정해진 출력 순서에 따라 음성 출력하여 사전 질문정보를 따라 말하는 피검자의 음성이 녹음된 응답정보를 분석하여 사전 질문정보에 대한 난이도 및 변별도를 산출하며, 산출된 난이도 및 변별도에 기반하여 피검자의 작업 기억력을 측정하기 위한 후속 질문정보를 구성하는 적어도 하나의 음절을 재구성할 수 있다.

대표도 - 도1

1



명세서

청구범위

청구항 1

사전 측정부, 분석부 및 후속 측정부를 포함하는 작업 기억능력 측정 장치에 의해 수행되는 비단어 따라 말하기를 이용한 작업 기억능력 측정 방법에 있어서,

상기 사전 측정부에서, 복수의 음절로 구성되며, 의미를 갖지 않는 비(非)단어 형태의 사전 질문정보를 미리 정해진 출력 순서에 따라 음성 출력하여, 상기 사전 질문정보를 따라 말하는 피검자의 음성이 녹음된 응답정보를 수신하고,

상기 분석부에서, 상기 응답정보를 분석하여 상기 사전 질문정보에 대한 난이도 및 변별도를 산출하며,

상기 후속 측정부에서, 산출된 상기 난이도 및 상기 변별도에 기반하여, 상기 피검자의 작업 기억능력을 측정하기 위한 후속 질문정보를 구성하는 적어도 하나의 음절을 재구성하는, 비단어 따라 말하기를 이용한 작업 기억능력 측정 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 응답정보를 분석하여 상기 사전 질문정보에 대한 난이도 및 변별도를 산출하는 것은,

상기 응답정보를 분석하여 적어도 하나의 음절을 추출하고, 추출된 음절을 상기 질문정보와 비교하여, 상기 질문정보를 구성하는 각각의 음절에 정반응한 음절의 개수를 카운팅하여 채점 점수를 산출하는 것인, 비단어 따라 말하기를 이용한 작업 기억능력 측정 방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 응답정보를 분석하여 상기 사전 질문정보에 대한 난이도 및 변별도를 산출하는 것은,

상기 채점 점수에 대한 상기 응답정보의 총 음절 개수의 비율을 정답률로 산출하고, 상기 사전 질문정보에 미리 매칭된 특성 곡선을 이용하여 상기 정답률에 따른 상기 난이도 및 상기 변별도를 산출하는 것인, 비단어 따라 말하기를 이용한 작업 기억능력 측정 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 후속 질문정보를 구성하는 적어도 하나의 음절을 재구성하는 것은,

산출된 상기 난이도 및 다음 차례에 출력될 제1 후속 질문정보에 설정된 문항별 난이도를 비교하여 차이값이 기준값 이상인 것으로 확인되거나, 산출된 상기 변별도 및 상기 제1 후속 질문정보에 설정된 문항별 변별도를 비교하여, 차이값이 기준값 미만인 것으로 확인되면 상기 제1 후속 질문정보를 구성하는 적어도 하나의 음절을 재구성하는 것인, 비단어 따라 말하기를 이용한 작업 기억능력 측정 방법.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 제1 후속 질문정보를 구성하는 적어도 하나의 음절을 재구성하는 것은,

상기 제1 후속 질문정보에 대한 후보 음절 그룹을 생성하되, 산출된 상기 난이도 및 상기 변별도를 기준으로 상기 후보 음절 그룹의 난이도 및 변별도 값의 범위를 설정하고, 설정된 범위 내의 난이도 및 변별도를 갖도록 상기 후보 음절 그룹을 생성하는 것인, 비단어 따라 말하기를 이용한 작업 기억능력 측정 방법.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 후보 음절 그룹을 생성하는 것은,

연령별로 설정된 습득 자음 목록으로부터 추출된 어느 하나의 자음과, 긴장모음으로 분류된 어느 하나의 모음을 조합하여 상기 후보 음절 그룹을 구성하는 각각의 음절을 생성하는 것인, 비단어 따라 말하기를 이용한 작업 기억능력 측정 방법.

청구항 7

제5항에 있어서, 상기 후보 음절 그룹을 생성하는 것은,

상기 후보 음절 그룹을 구성하는 복수의 음절 중 초성 및 종성에 배치되는 음절은 미리 정해진 출현율 이하인 어느 하나의 자음으로 형성되는, 비단어 따라 말하기를 이용한 작업 기억능력 측정 방법.

청구항 8

제5항에 있어서, 상기 후보 음절 그룹을 생성하는 것은,

상기 후보 음절 그룹을 구성하는 어느 하나의 음절을 구성하는 자음 및 모음이 상기 후보 음절 그룹의 다른 음절들을 구성하는 자음 및 모음과 서로 다른 형태로 마련되도록 상기 후보 음절 그룹을 구성하는 각각의 음절의 자음 및 모음의 종류를 결정하는 것인, 비단어 따라 말하기를 이용한 작업 기억능력 측정 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 후속 측정부에서, 상기 후속 질문정보에 대한 후속 응답정보를 미리 저장된 기준 데이터와 비교분석하여 상기 피검자의 작업 기억능력을 평가하는 것을 더 포함하는, 비단어 따라 말하기를 이용한 작업 기억능력 측정 방법.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 하나의 항에 따른 비단어 따라 말하기를 이용한 작업 기억능력 측정 방법을 수행하기 위한, 컴퓨터 프로그램이 기록된 컴퓨터로 판독 가능한 기록매체.

청구항 11

복수의 음절로 구성되며, 의미를 갖지 않는 비(非)단어 형태의 사전 질문정보를 미리 정해진 출력 순서에 따라 음성 출력하여, 상기 사전 질문정보를 따라 말하는 피검자의 음성이 녹음된 응답정보를 수신하는 사전 측정부;

상기 응답정보를 분석하여 상기 사전 질문정보에 대한 난이도 및 변별도를 산출하는 분석부; 및

산출된 상기 난이도 및 상기 변별도에 기반하여, 상기 피검자의 작업 기억능력을 측정하기 위한 후속 질문정보를 구성하는 적어도 하나의 음절을 재구성하는 후속 측정부를 포함하는, 비단어 따라 말하기를 이용한 작업 기억능력 측정 장치.

발명의 설명

기술분야

- [0001] 본 발명은 비단어 따라 말하기를 이용한 작업 기억능력 측정 방법, 이를 수행하기 위한 장치 및 기록매체에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 무의미 음절들로 이루어진, 실제 존재하지 않는 어휘를 들은 후, 이를 따라 말한 결과를 이용하여 피검자의 작업 기억력을 측정하는 비단어 따라 말하기를 이용한 작업 기억능력 측정 방법, 이를 수행하기 위한 장치 및 기록매체에 관한 것이다.

배경기술

- [0003] 새로운 음소 및 구어 습득, 언어 이해, 문법적 능력의 형성, 추론과 같은 복잡한 언어 및 인지 처리에 필요한 정보를 일시적으로 저장하고 조작할 수 있는 작업기억(working memory)은 상위 체계인 중앙집행장치(central executive)와, 구성요소인 음운루프(phonological loop) 및 시공간 스케치패드(visual-spatial sketchpad)로 구성되어 있으며, 이 세 가지 요소들이 긴밀한 연결관계를 맺고 작용하여 언어발달을 가능하게 한다.
- [0004] 이 중에서, 음운루프는 아동이 새로운 어휘를 습득하는 과정에서, 기존에 저장된 음운적, 의미적, 구문적 정보로부터 새로운 어휘를 적절하게 분리하고, 새롭게 저장된 어휘는 음운적 형태를 지속적으로 꺼내 사용할 수 있도록 충분히 표상으로 저장할 수 있게 하는 정보처리 기제이다.
- [0005] 특히, 음운루프를 구성하는 음운단기기억(phonological short-term memory)은 아동이 새롭게 들어 익숙하지 않은 소리들을 의미적인 요소와 연결하여 장기기억에 저장하기 전에 일시적으로 저장해 놓는 곳으로서, 음운적 정보를 일시적으로 저장하는 능력이 제한된 경우 어휘학습에 어려움을 겪는 것으로 알려져 있다.
- [0006] 이러한 음운단기기억 능력과 같은 작업 기억능력을 정량적으로 측정하고 평가하기 위하여 종래에 다양한 기술들이 연구되고 있으나, 작업 기억 능력 측정에 특화된 기술은 아직까지 공개된 바 없어 이에 대한 필요성이 대두되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0008] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-1572975호
(특허문헌 0002) 한국등록특허 제10-1716768호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 본 발명의 일측면은 의미를 갖지 않는 비단어를 따라 말하는 피검자의 음소 정확도를 분석하여 작업 기억 능력을 신뢰성 있게 측정할 수 있는 비단어 따라 말하기를 이용한 작업 기억능력 측정 방법, 이를 수행하기 위한 장치 및 기록매체를 제공한다.
- [0010] 본 발명의 기술적 과제는 이상에서 언급한 기술적 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0012] 본 발명의 일 실시예에 따른 비단어 따라 말하기를 이용한 작업 기억능력 측정 방법은, 복수의 음절로 구성되며, 의미를 갖지 않는 비(非)단어 형태의 사전 질문정보를 미리 정해진 출력 순서에 따라 음성 출력하여, 상기 사전 질문정보를 따라 말하는 피검자의 음성이 녹음된 응답정보를 수신하고, 상기 응답정보를 분석하여 상기 사전 질문정보에 대한 난이도 및 변별도를 산출하며, 산출된 상기 난이도 및 상기 변별도에 기반하여, 상기 피검자의 작업 기억력을 측정하기 위한 후속 질문정보를 구성하는 적어도 하나의 음절을 재구성한다.
- [0013] 상기 응답정보를 분석하여 상기 사전 질문정보에 대한 난이도 및 변별도를 산출하는 것은, 상기 응답정보를 분석하여 적어도 하나의 음절을 추출하고, 추출된 음절을 상기 질문정보와 비교하여, 상기 질문정보를 구성하는 각각의 음절에 정반응한 음절의 개수를 카운팅하여 채점 점수를 산출하는 것일 수 있다.

- [0014] 상기 응답정보를 분석하여 상기 사전 질문정보에 대한 난이도 및 변별도를 산출하는 것은, 상기 채점 점수에 대한 상기 응답정보의 총 음절 개수의 비율을 정답률로 산출하고, 상기 사전 질문정보에 미리 매칭된 특성 곡선을 이용하여 상기 정답률에 따른 상기 난이도 및 상기 변별도를 산출하는 것일 수 있다.
- [0015] 후속 질문정보를 구성하는 적어도 하나의 음절을 재구성하는 것은, 산출된 상기 난이도 및 다음 차례에 출력될 제1 후속 질문정보에 설정된 문항별 난이도를 비교하여 차이값이 기준값 이상인 것으로 확인되거나, 산출된 상기 변별도 및 상기 제1 후속 질문정보에 설정된 문항별 변별도를 비교하여, 차이값이 기준값 미만인 것으로 확인되면 상기 제1 후속 질문정보를 구성하는 적어도 하나의 음절을 재구성하는 것일 수 있다.
- [0016] 상기 제1 후속 질문정보를 구성하는 적어도 하나의 음절을 재구성하는 것은, 상기 제1 후속 질문정보에 대한 후보 음절 그룹을 생성하되, 산출된 상기 난이도 및 상기 변별도를 기준으로 상기 후보 음절 그룹의 난이도 및 변별도 값의 범위를 설정하고, 설정된 범위 내의 난이도 및 변별도를 갖도록 상기 후보 음절 그룹을 생성하는 것일 수 있다.
- [0017] 상기 후보 음절 그룹을 생성하는 것은, 연령별로 설정된 습득 자음 목록으로부터 추출된 어느 하나의 자음과, 긴장모음으로 분류된 어느 하나의 모음을 조합하여 상기 후보 음절 그룹을 구성하는 각각의 음절을 생성하는 것일 수 있다.
- [0018] 상기 후보 음절 그룹을 생성하는 것은, 상기 후보 음절 그룹을 구성하는 복수의 음절 중 초성 및 종성에 배치되는 음절은 미리 정해진 출현율 이하인 어느 하나의 자음으로 형성되는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0019] 상기 후보 음절 그룹을 생성하는 것은, 상기 후보 음절 그룹을 구성하는 어느 하나의 음절을 구성하는 자음 및 모음이 상기 후보 음절 그룹의 다른 음절들을 구성하는 자음 및 모음과 서로 다른 형태로 마련되도록 상기 후보 음절 그룹을 구성하는 각각의 음절의 자음 및 모음의 종류를 결정하는 것일 수 있다.
- [0020] 상기 비단어 따라 말하기를 이용한 작업 기억능력 측정 방법은 상기 후속 질문정보에 대한 후속 응답정보를 미리 저장된 기준 데이터와 비교분석하여 상기 피검자의 작업 기억능력을 평가하는 것을 더 포함할 수 있다.
- [0021] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 컴퓨터로 판독 가능한 기록매체는, 비단어 따라 말하기를 이용한 작업 기억능력 측정 방법을 수행하기 위한 컴퓨터 프로그램이 기록될 수 있다.
- [0022] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 비단어 따라 말하기를 이용한 작업 기억능력 측정 장치는, 복수의 음절로 구성되며, 의미를 갖지 않는 비(非)단어 형태의 사전 질문정보를 미리 정해진 출력 순서에 따라 음성 출력하여, 상기 사전 질문정보를 따라 말하는 피검자의 음성이 녹음된 응답정보를 수신하는 사전 측정부, 상기 응답정보를 분석하여 상기 사전 질문정보에 대한 난이도 및 변별도를 산출하는 분석부 및 산출된 상기 난이도 및 상기 변별도에 기반하여, 상기 피검자의 작업 기억력을 측정하기 위한 후속 질문정보를 구성하는 적어도 하나의 음절을 재구성하는 후속 측정부를 포함한다.

발명의 효과

- [0024] 상술한 본 발명의 일측면에 따르면, 의미를 갖지 않는 비단어 형태의 질문정보를 따라 말한 결과에 따라 피검자의 작업 기억능력을 측정함으로써, 음운작업기억 능력 평가에 특화된 측정 기술을 제공할 수 있다. 또한, 피검자의 응답정보를 기초로 후속 질문정보의 음절 구성을 실시간으로 재구성할 수 있어 측정 결과의 신뢰성이 향상될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0026] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 비단어 따라 말하기를 이용한 작업 기억능력 측정 장치의 개략적인 구성이 도시된 블록도이다.
- 도 2는 도 1의 비단어 따라 말하기를 이용한 작업 기억능력 측정 장치에 의해 생성되는 질문정보의 일 예가 도시된 도면이다.
- 도 3은 도 1의 비단어 따라 말하기를 이용한 작업 기억능력 측정 장치에 의해 산출되는 난이도 및 변별도의 일 예가 도시된 도면이다.
- 도 4는 산출된 난이도 및 변별도를 기초로 후속 질문정보의 음절이 재구성되는 구체적인 실시예가 도시된 도면들이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 비단어 따라 말하기를 이용한 작업 기억능력 측정 방법의 개략적인 흐름이 도시된 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0027] 후술하는 본 발명에 대한 상세한 설명은, 본 발명이 실시될 수 있는 특정 실시예를 예시로서 도시하는 첨부 도면을 참조한다. 이들 실시예는 당업자가 본 발명을 실시할 수 있기에 충분하도록 상세히 설명된다. 본 발명의 다양한 실시예는 서로 다르지만 상호 배타적일 필요는 없음이 이해되어야 한다. 예를 들어, 여기에 기재되어 있는 특정 형상, 구조 및 특성은 일 실시예와 관련하여 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 다른 실시예로 구현될 수 있다. 또한, 각각의 개시된 실시예 내의 개별 구성요소의 위치 또는 배치는 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 변경될 수 있음이 이해되어야 한다. 따라서, 후술하는 상세한 설명은 한정적인 의미로서 취하려는 것이 아니며, 본 발명의 범위는, 적절하게 설명된다면, 그 청구항들이 주장하는 것과 균등한 모든 범위와 더불어 첨부된 청구항에 의해서만 한정된다. 도면에서 유사한 참조부호는 여러 측면에 걸쳐서 동일하거나 유사한 기능을 지칭한다.
- [0028] 이하, 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 보다 상세하게 설명하기로 한다.
- [0029] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 비단어 따라 말하기를 이용한 작업 기억능력 측정 장치의 개략적인 구성이 도시된 블록도이다.
- [0030] 본 발명에 따른 비단어 따라 말하기를 이용한 작업 기억능력 측정 장치(이하, 작업 기억능력 측정 장치)(1)는 피검자에게 작업 기억능력 측정을 위한 질문정보를 제공하고, 질문정보를 따라 말하는 피검자의 음성을 분석하여 피검자의 작업 기억능력을 측정 및 분석할 수 있다.
- [0031] 특히, 작업 기억능력 측정 장치(1)는 음운적 형태를 듣고, 인식하고, 분절하는 청각정보 처리 단계와, 음운적 표상을 부호화하고 유지하는 음운 분석과 저장 단계와, 말산출을 계획하고, 프로그래밍하고, 실행하는 말 운동 계획과 산출 단계와 같은 일련의 과정이 요구되는 비단어 따라 말하기를 이용하여 피검자의 작업 기억능력, 구체적으로는 아동의 음운단기기억(phonological short-term memory) 능력을 정량적으로 측정하여 분석할 수 있다.
- [0032] 이 과정에서, 작업 기억능력 측정 장치(1)는 1차적인 비단어 따라 말하기 결과를 이용하여 아동의 능력에 적합한 질문정보를 판단하여 작업 기억능력을 측정할 후속 질문정보를 구성하는 음절을 적어도 하나 재구성하여 2차적인 비단어 따라 말하기 과정을 제공할 수 있다.
- [0033] 구체적으로, 본 발명의 일 실시예에 따른 비단어 따라 말하기를 이용한 작업 기억능력 측정 장치(1, 이하 작업 기억능력 측정 장치)는 사전 측정부(100), 분석부(200) 및 후속 측정부(300)를 포함할 수 있다.
- [0034] 이때, 본 발명에 따른 작업 기억능력 측정 장치(1)는 도 1에 도시된 구성요소보다 많은 구성요소에 의해 구현될 수 있고, 그보다 적은 구성요소에 의해 구현될 수 있다. 예를 들어, 작업 기억능력 측정 장치(1)는 질문정보 및 응답정보 등과 같은 데이터를 저장하는 데이터베이스부(미도시) 및 작업 기억능력 결과를 피검자가 소지한 단말기 등과 같은 외부 장치로 전송하기 위해 유무선 통신을 수행하는 통신 모듈(미도시) 등이 더 구비될 수 있다.
- [0035] 또한, 본 발명에 따른 작업 기억능력 측정 장치(1)를 구성하는 사전 측정부(100), 분석부(200) 및 후속 측정부(300)는 적어도 두 개의 구성요소가 하나의 구성요소로 통합되어 하나의 구성요소가 복합적인 기능을 수행할 수도 있다. 이하, 상술한 구성요소들에 대해 구체적으로 설명하기로 한다.
- [0036] 사전 측정부(100)는 피검자의 작업 기억능력을 측정하기 위한 질문정보의 종류를 설정하기 위한 사전 테스트 성격의 질문정보를 생성할 수 있다. 이하에서는, 설명의 편의를 위해 사전 측정부(100)에서 생성되는 질문정보를 사전 질문정보로 정의하고, 후술하는 후속 측정부(300)에서 생성되며, 피검자의 작업 기억능력을 측정하기 위한 실제 질문정보를 후속 질문정보로 정의하여 설명하기로 한다.
- [0037] 사전 측정부(100) 및 후속 측정부(300)는 피검자의 작업 기억능력을 측정하기 위하여, 비(非)단어 형태의 질문정보를 생성할 수 있다. 이와 관련하여, 도 2를 함께 참조하여 설명하기로 한다.
- [0038] 도 2는 사전 측정부(100) 및 후속 측정부(300)에 의해 생성되는 질문정보의 구체적인 일 예가 도시된 도면이다.
- [0039] 도시된 바와 같이, 사전 질문정보 및 후속 질문정보를 포함하는 질문정보는 각각의 음절 및 이웃하는 음절들 간의 의미를 내포하지 않은 비단어 형태의 문자열로 구성될 수 있다. 즉, 질문정보는 무의미 음절들로 이루어진, 실

제로는 존재하지 않는 어휘를 의미한다.

- [0040] 구체적으로, 사전 측정부(100) 및 후속 측정부(300)는 사전 질문정보 및 후속 질문정보를 목록화하여 데이터베이스에 미리 저장할 수 있다. 이때, 데이터베이스에 저장되어 있는 복수의 질문정보에는 정렬 순으로 문항 번호가 부여되고, 난이도 및 변별도를 정량적으로 나타내는 난이도 값 및 변별도 값이 미리 설정되어 있으며, 난이도 값에 따른 난이도 순위 또한 함께 저장된 상태일 수 있다.
- [0041] 도시된 실시예에서, 질문정보는 2개 내지 6개의 음절로 구성된 비단어 문자열의 형태일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며 피검자의 연령, 언어발달 정도 및 작업 기억 능력 등에 따라 음절의 개수가 변경될 수도 있다.
- [0042] 이와 같이, 사전 측정부(100)는 서로 다른 비단어들로 구성된 복수의 사전 질문정보를 미리 생성하여 저장할 수 있다.
- [0043] 이후, 사전 측정부(100)는 피검자의 작업 기억능력 측정 과정이 개시되면, 기 저장된 복수의 사전 질문정보 중 적어도 하나를 작업 기억능력 측정 장치(1)와 연동되는 스피커를 통해 출력할 수 있다.
- [0044] 이 과정에서, 사전 측정부(100)는 문항 반응 이론(item response theory)에 기초하여 기 저장된 복수의 사전 질문정보 중 출력될 사전 질문을 적어도 하나 선택할 수 있다.
- [0045] 예를 들면, 사전 측정부(100)는 도시된 바와 같이 기 저장된 복수의 사전 질문정보 목록(최초 문항)을 구성하는 사전 질문정보의 음절의 개수별로 피검자에게 출력될 사전 질문정보 목록(최종 문항)의 개수를 선택할 수 있다. 구체적으로, 사전 측정부(100)는 사전 측정 단계를 총 5 단계로 구분하여, 2음절로 구성된 사전 질문정보 3개를 1단계에 포함시키고, 3음절로 구성된 사전 질문정보 3개를 2단계에 포함시키고, 4음절로 구성된 사전 질문정보 3개를 3단계에 포함시키고, 5음절로 구성된 사전 질문정보 3개를 4단계에 포함시키며, 6음절로 구성된 사전 질문정보 3개를 5단계에 포함시킬 수 있다. 이와 같이, 사전 측정부(100)는 총 15개로 구성된 사전 질문정보가 단계별로 순차적으로 출력되도록 할 수 있다.
- [0046] 사전 측정부(100)는 작업 기억능력 측정 장치(1)와 연동되는 마이크를 통해 각각의 사전 질문정보를 따라 말하는 피검자의 음성이 녹음된 응답정보를 수신할 수 있다.
- [0047] 분석부(200)는 사전 질문정보에 대한 피검자로부터 입력되는 응답정보를 수신하고, 수신된 응답정보를 분석하여 사전 질문정보에 대한 피검자의 난이도 및 변별도를 산출할 수 있다.
- [0048] 구체적으로, 분석부(200)는 응답정보를 분석하여 응답정보를 음절별로 구분하고, 구분된 음절을 질문정보와 비교하여 채점 정보를 산출할 수 있다.
- [0049] 도 2를 다시 참조하여 예를 들면, 분석부(200)는 '드반거노'라는 사전 질문정보에 대한 응답정보를 분석한 결과, 응답정보가 '드반구노'라는 음절로 구성되었음을 판단할 수 있다. 이러한 경우, 분석부(200)는 피검자가 사전 질문정보의 '드', '반', '노' 음절에는 정반응한 것으로 판단하는 반면, '거' 음절에는 정반응하지 않은 것으로 판단할 수 있다. 즉, 분석부(200)는 사전 질문정보를 구성하는 음절과 응답 정보를 구성하는 음절을 순차적으로 비교하여, 정반응한 것으로 확인되는 음절의 개수를 카운팅하여 채점 정보를 산출할 수 있다. 상술한 실시예에서, 분석부(200)는 채점 정보를 3으로 산출할 수 있다.
- [0050] 이후, 분석부(200)는 채점 정보를 이용하여 사전 질문정보에 대하여 피검자가 느끼는 난이도 및 변별도를 수치화된 값으로 산출할 수 있다. 이와 관련하여, 도 3을 함께 참조하여 설명하기로 한다.
- [0051] 도 3은 사전 질문정보에 대한 난이도 및 변별도를 산출하는 일 예가 도시된 도면이다.
- [0052] 여기서, 난이도는 사전 질문정보의 어려움 정도를 나타내는 지표로, 피검자가 질문정보에 정반응할 확률(p)과, 그렇지 않을 확률(1-p)로 구분하고, 확률값 0과 1 사이의 중간값인 0.5의 확률값에 대응되는 능력 수준을 나타내는 지수로 정의될 수 있다. 일반적으로, 난이도는 -3 내지 3의 값을 가지며, 그 값이 클수록 어려운 질문정보임을 의미한다.
- [0053] 또한, 변별도는 피검자를 능력에 따라 변별하는 정도를 나타내는 지수로, 특성 곡선의 소정 지점에 대한 순간 기울기값으로 정의될 수 있다. 일반적으로, 변별도는 0 내지 2 사이의 값을 가지며, 그 값이 클수록 질문정보의 변별력이 높다는 것을 의미한다.
- [0054] 이때, 분석부(200)는 상술한 바와 같은 사전 질문정보에 대한 난이도 및 변별도를 산출하기 위해, 사전 질문정보에 미리 매칭된 특성 곡선에 기 산출된 채점 정보를 반영할 수 있다.

- [0055] 이를 위해, 분석부(200)는 채점 점수에 대한 응답정보의 총 음절 개수의 비율을 정답률로 산출하고, 사전 질문 정보마다 미리 매칭된 특성 곡선을 이용하여 정답률에 따른 난이도 및 변별도를 사전 질문정보별로 산출할 수 있다.
- [0056] 상술한 예시에서, 분석부(200)는 카운팅된 채점 정보인 3을 사전 질문정보를 구성하는 음절의 총 개수인 4로 나눔 연산함으로써, 해당 사전 질문정보에 대한 정답률을 75%로 산출할 수 있다.
- [0057] 구체적으로, 분석부(200)는 출력된 모든 사전 질문정보의 개수에 대한 채점 정보의 비율을 정답률로 산출할 수 있다. 상술한 예시에서, 분석부(100)는 카운팅된 채점 정보인 6을 모든 사전 질문정보의 개수인 10으로 나눔 연산함으로써, 정답률을 60%로 산출할 수 있다.
- [0058] 분석부(200)는 미리 매칭된 특성 곡선에 산출된 정답률을 대입하여 사전 질문정보에 대한 난이도를 산출할 수 있다.
- [0059] 여기서, 특성 곡선은 사전 질문정보의 난이도에 대한 정답률의 통계를 그래프화한 정보로, 피검자를 제외한 다른 사용자들이 피검자에 제시된 질문정보와 유사하거나 동일한 질문정보에 대한 통계적 데이터에 기반하여 생성될 수 있다. 본 발명의 일 실시예에서, 특성 곡선의 가로축(x축)은 난이도를 나타내고, 세로축(y축)은 정답률을 나타낼 수 있다.
- [0060] 분석부(200)는 이와 같은 특성 곡선을 이용하여 사전 질문정보에 대한 난이도 및 변별도를 산출할 수 있다.
- [0061] 도시된 바와 같이, 분석부(200)는 기 산출된 피검자의 정답률(75%)을 y축 좌표값으로 설정하고, 이를 기초로 특성 곡선의 y축 좌표값에 대한 x축 좌표값(D1)을 검출하여 이를 난이도 값으로 산출할 수 있다. 그리고, 분석부(200)는 산출된 난이도 및 정답률에 대응되는 특징점(P)에 대한 순간 기울기를 산출하여 이를 변별도로 산출할 수 있다.
- [0062] 이후, 분석부(200)는 각각의 사전 질문정보별로 산출된 개별 난이도 및 개별 변별도의 평균값을 산출하고, 산출된 평균 난이도 및 평균 변별도를 출력된 모든 사전 질문정보들에 대한 난이도 및 변별도로 설정할 수 있다.
- [0063] 후속 측정부(300)는 피검자의 비언어적 작업 기억능력 평가를 위한 후속 질문정보를 생성할 수 있다.
- [0064] 후속 측정부(300)는 생성된 복수의 후속 질문정보를 여러운 정도에 따라 그룹화하여, 후속 질문정보의 출력 순서를 미리 설정할 수 있다. 예컨대, 후속 측정부(300)는 총 5단계의 그룹을 생성하고, 그 중 제1 단계에서는 2개의 음절로 구성된 후속 질문정보가 출력되도록 하고, 제2 단계에서는 3개의 음절로 구성된 후속 질문정보가 출력되도록 하고, 제3 단계에서는 4개의 음절로 구성된 후속 질문정보가 출력되도록 하고, 제4 단계에서는 5개의 음절로 구성된 후속 질문정보가 출력되도록 하며, 제5 단계에서는 6개의 음절로 구성된 후속 질문정보가 출력되도록 할 수 있다. 이때, 미리 생성된 각각의 후속 질문정보는 질문정보별로 문항별 난이도 및 문항별 변별도가 설정될 수 있으며, 상술한 바와 같이 후속 질문정보는 사전 질문정보와 동일한 과정을 따라 생성되므로, 이에 대한 반복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0065] 이와 같이, 후속 측정부(300)는 복수의 후속 질문정보를 미리 생성하고, 이들간의 출력 순서를 미리 설정할 수 있다.
- [0066] 한편, 후속 측정부(300)는 분석부(200)에 의해 산출된 난이도 및 변별도를 기초로 미리 정해진 후속 질문정보를 구성하는 적어도 하나의 음절을 재구성할 수 있다. 이와 관련하여, 도 4를 함께 참조하여 설명하기로 한다.
- [0067] 도 4는 후속 질문정보를 구성하는 음절이 재구성되는 일 예가 도시된 도면들이다.
- [0068] 작업 기억능력 측정 장치(1)에 의해 실제 작업 기억능력 측정 과정이 개시되면, 후속 측정부(300)는 측정부(200)에 의해 산출된 사전 질문정보에 대한 난이도와, 최초 출력될 후속 질문정보에 설정된 문항별 난이도를 비교하여, 차이값이 기준값 이상인 것으로 확인되면 해당 후속 질문정보를 구성하는 음절을 재구성할 수 있다. 또는, 후속 측정부(300)는 측정부(200)에 의해 산출된 사전 질문정보에 대한 변별도와, 최초 출력될 후속 질문정보에 설정된 문항별 변별도를 비교하여, 차이값이 기준값 미만인 것으로 확인되면 해당 후속 질문정보를 구성하는 음절을 재구성할 수 있다.
- [0069] 이하에서는, 도 4a에 도시된 바와 같이, 후속 질문정보가 제1 후속 질문정보(Q1), 제2 후속 질문정보(Q2) 및 제3 후속 질문정보(Q3) 순서대로 미리 설정된 것으로 가정하여 설명하기로 한다.
- [0070] 후속 측정부(300)는 비교되는 두 난이도 간의 차이값이 미리 정해진 기준값 이상인 것으로 확인되거나 두 변별

도 간의 차이값이 미리 정해진 기준값 미만인 것으로 확인되면, 제1 후속 질문정보(Q1)가 피검자의 작업 기억능력 측정에 적합하지 않은 질문정보인 것으로 판단할 수 있다.

[0071] 두 난이도 간의 차이값이 기준값 이상인 경우, 실제 작업기억 측정 과정에서 출력될 후속 질문정보 간의 난이도가 사전 질문정보들을 통해 추정된 피검자의 질문정보 적정 난이도보다 유의미하게 높거나 낮아 후속 질문정보를 이용한 작업 기억능력 측정 결과의 신뢰성이 감소될 수 있음을 의미할 수 있다. 이와 유사하게, 두 변별도 간의 차이값이 기준값 미만인 경우, 실제 작업기억 측정 과정에서 출력될 후속 질문정보와 사전 질문정보들과 유사한 형태여서 후속 질문정보를 이용한 작업 기억능력 측정 결과의 신뢰성이 감소될 수 있음을 의미할 수 있다.

[0072] 따라서, 후속 측정부(300)는 분석부(200)에 의해 산출된 난이도 및 변별도를 기초로 다음 차례에 출력될 제1 후속 질문정보(Q1)를 변경할 수 있다. 이를 위해, 후속 측정부(300)는 제1 후속 질문정보(Q1)의 음절을 재구성하기 위한 후보 음절 그룹을 생성할 수 있다.

[0073] 후보 음절 그룹의 생성 과정에서, 후속 측정부(300)는 측정부(200)에 의해 산출된 난이도 및 변별도를 기준으로 후보 음절 그룹의 난이도 및 변별도 값의 범위를 설정하고, 설정된 범위 내의 난이도 및 변별도를 갖도록 후보 음절 그룹을 생성할 수 있다. 이러한 경우, 도 4b에 도시된 바와 같이 제1 후속 질문정보(Q1a)를 구성하는 음절들이 동적으로 가변될 수 있다.

[0074] 또한, 후속 측정부(300)는 후보 음절 그룹을 구성하는 어느 하나의 음절을 구성하는 자음 및 모음이 후보 음절 그룹의 다른 음절들을 구성하는 자음 및 모음과 서로 다른 형태로 마련되도록 후보 음절 그룹을 구성하는 각각의 음절의 자음 및 모음의 종류를 결정할 수 있다. 예를 들어, 후보 음절 그룹을 구성하는 어느 하나의 음절에 'ㄱ'자음이 한번 포함되는 경우, 해당 후보 음절 그룹을 구성하는 다른 음절들은 'ㄱ'이 아닌 다른 자음들 중 어느 하나로만 구성될 수 있다.

[0075] 또한, 후속 측정부(300)는 연령별로 설정된 습득 자음 목록으로부터 추출된 어느 하나의 자음과, 긴장모음으로 분류된 어느 하나의 모음을 조합하여 후보 음절 그룹을 구성하는 각각의 음절을 생성할 수 있다. 즉, 후속 측정부(300)는 피검자의 연령을 고려하여, 조음의 어려움을 최소화하기 위하여 해당 연령대에 습득 시기가 늦은 자음들을 후보 음절 그룹의 생성 과정에서 제외시킬 수 있다. 이와 동시에, 후속 측정부(300)는 측정대상인 피검자가 아동일 경우, 모음 약화로 인한 오류를 줄이고, 지각을 쉽게 하도록 하기 위하여 긴장모음으로 분류된 모음만을 이용하여 후보 음절 그룹을 생성할 수 있다. 여기서, 긴장모음은 조음될 때 혀의 근육이 긴장되는 정도에 따라 모음을 구분하는 것으로서, 측정대상의 연령에 따라 긴장모음으로 분류되는 모음의 종류는 가변될 수 있다.

[0076] 그리고, 후속 측정부(300)는 피검자가 이웃하는 음절로부터 초성 및 종성을 구성하는 음절이 유추되는 것을 방지하기 위하여, 후보 음절 그룹을 구성하는 복수의 음절 중 초성 및 종성에 배치되는 음절은 미리 정해진 출현율 이하인 어느 하나의 자음으로 형성되도록 후보 음절 그룹의 초성 및 종성을 결정할 수 있다.

[0077] 이와 같이, 상술한 방법들에 따라 생성되는 후보 음절 그룹으로 구성되는 재구성된 후속 질문정보를 이용하여 작업 기억능력을 측정함으로써, 피검자에 최적화된 문항을 제시할 수 있으며, 이에 따라 측정 결과의 신뢰성이 향상될 수 있다.

[0078] 한편, 도 4b 및 도 4c에 도시된 바와 같이, 후속 측정부(300)는 음절이 재구성된 제1 후속 질문정보(Q1a)와 제1 후속 질문정보(Q1a)의 출력 이후에 출력되는 제2 후속 질문정보(Q2) 각각에 설정된 문항별 변별도를 비교하여, 재구성된 제1 후속 질문정보(Q1a)의 문항별 변별도와 제2 후속 질문정보(Q2)의 문항별 변별도의 차이값이 임계값 미만인 것으로 확인되면, 제1 후속 질문정보(Q1a)의 음절을 재구성하는 과정을 반복 수행할 수 있다.

[0079] 즉, 후속 측정부(300) 재구성된 제1 후속 질문정보(Q1a)를 구성하는 적어도 하나의 음절이 제2 후속 질문정보(Q2)의 음절과 유사하여 두 질문정보간의 변별력이 떨어지는 것으로 판단되면, 서로 유사한 음절을 갖는 질문정보가 연속적으로 출력되지 않도록 제1 후속 질문정보(Q1a)를 구성하는 음절을 다시 재구성(Q1b)하거나, 후속 질문정보간의 출력 순서를 재구성 수 있다.

[0080] 이후, 후속 측정부(300)는 응답정보에 따라 재구성되는 후속 질문정보에 대한 후속 응답정보를 미리 저장된 기준 데이터와 비교분석하여 피검자의 작업 기억능력을 평가할 수 있다.

[0081] 구체적으로, 후속 측정부(300)는 상술한 채점 정보의 생성 과정과 유사하게, 단계별로 구성된 복수의 후속 질문정보의 전체 음절 중 정반응한 음절의 개수를 백분율(%)로 각각 계산할 수 있다. 또는, 후속 측정부(300)는 각

후속 질문정보별로 제시된 복수의 음절을 모두 정확히 재산출하는 경우 1점, 1개라도 틀리게 산출하는 경우 0점을 부과하여 전체 후속 질문정보에 대한 채점 정보를 생성할 수도 있다.

- [0082] 최종적으로, 후속 측정부(300)는 생성된 채점 정보를 미리 저장된 연령별 작업 기억능력 기준 표를 비교하여 피검자의 작업 기억능력의 상대적인 결과값을 수치화하여 디스플레이 장치를 통해 표시할 수 있다.
- [0083] 이상으로, 본 발명에 따른 작업 기억능력 측정 장치(1)의 구체적 구성 및 기능에 대하여 설명하였으며, 이하에서는 상술한 작업 기억능력 측정 장치(1)를 이용한 구체적인 작업 기억능력 측정 방법에 대하여 설명하기로 한다.
- [0084] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 비단어 따라 말하기를 이용한 작업 기억능력 측정 방법의 개략적인 흐름이 도시된 순서도이다.
- [0085] 본 발명에 따른 비단어 따라 말하기를 이용한 작업 기억능력 측정 방법은 도 1에 도시된 작업 기억능력 측정 장치(1)에 의해 수행될 수 있으며, 작업 기억능력 측정 장치(1)는 후술하는 비단어 따라 말하기를 이용한 작업 기억능력 측정 방법이 구현된 소프트웨어 또는 애플리케이션이 미리 설치될 수 있다.
- [0086] 먼저, 작업 기억능력 측정 장치(1)는 후속 질문정보를 재구성하기 위한 사전 질문정보를 스피커로 출력하고, 이를 따라 말하는 피검자의 음성이 녹음된 응답정보를 수신할 수 있다(610). 작업 기억능력 측정 장치(1)는 미리 정해진 시간 내에 복수의 사전 질문정보를 순차적으로 출력할 수 있으며, 복수의 사전 질문정보는 서로 비단어 음절을 갖도록 생성되어 미리 저장될 수 있다.
- [0087] 작업 기억능력 측정 장치(1)는 수신된 응답정보를 분석하여 사전 질문정보에 대한 난이도 및 변별도를 산출할 수 있다(520). 작업 기억능력 측정 장치(1)는 사전 질문정보별로 정답률을 산출하여 이를 특성 곡선에 대입하여 사전 질문정보별 난이도 및 변별도를 산출하며, 모든 사전 질문정보에 대한 평균값을 산출하여 사전 측정 단계에서의 난이도 및 변별도를 산출할 수 있다. 이와 관련된 구체적인 내용은 도 3을 참조하여 상술하였으므로, 반복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0088] 작업 기억능력 측정 장치(1)는 산출된 사전 질문정보에 대한 난이도 및 변별도에 기반하여, 후속 질문정보를 구성하는 적어도 하나의 음절을 재구성할 수 있다(530).
- [0089] 구체적으로, 작업 기억능력 측정 장치(1)는 사전 질문정보에 대한 난이도와 최초 출력될 후속 질문정보의 난이도의 차이가 큰 것으로 판단되면, 후속 질문정보의 음절을 재구성할 수 있다. 또는, 작업 기억능력 측정 장치(1)는 사전 질문정보에 대한 변별도와 최초 출력될 후속 질문정보의 변별도가 유사한 것으로 판단되면, 후속 질문정보의 음절을 재구성할 수 있다. 이때, 작업 기억능력 측정 장치(1)는 난이도 및 변별도, 연령별 습득 자음 목록, 긴장모음 목록, 자음 출현율 등을 고려하여 후속 질문정보를 재구성하기 위한 후보 음절 그룹의 각각의 음절들의 자음 및 모음의 종류를 결정할 수 있다.
- [0090] 이와 같은 방법으로, 작업 기억능력 측정 장치(1)는 작업 기억능력 측정과정에서, 현재 출력되는 후속 질문정보의 난이도 및 변별도와 다음 차례에 출력될 후속 질문정보의 난이도 및 변별도와 각각 비교하여 후속 질문정보의 음절을 지속적으로 재구성할 수 있다.
- [0091] 이후, 작업 기억능력 측정 장치(1)는 후속 질문정보들에 대한 복수의 후속 응답정보를 피검자로부터 입력받고, 이를 분석하여 피검자의 작업 기억능력 측정 결과를 수치화된 데이터로 출력할 수 있다(640).
- [0092] 이와 같은, 비단어 따라 말하기를 이용한 작업 기억능력 측정 방법을 제공하는 기술은 애플리케이션으로 구현되거나 다양한 컴퓨터 구성요소를 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령어의 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체는 프로그램 명령어, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다.
- [0093] 상기 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체에 기록되는 프로그램 명령어는 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 분야의 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다.
- [0094] 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체의 예에는, 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체, CD-ROM, DVD 와 같은 광기록 매체, 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 ROM, RAM, 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령어를 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다.
- [0095] 프로그램 명령어의 예에는, 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사

용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드도 포함된다. 상기 하드웨어 장치는 본 발명에 따른 처리를 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0096] 이상에서는 실시예들을 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

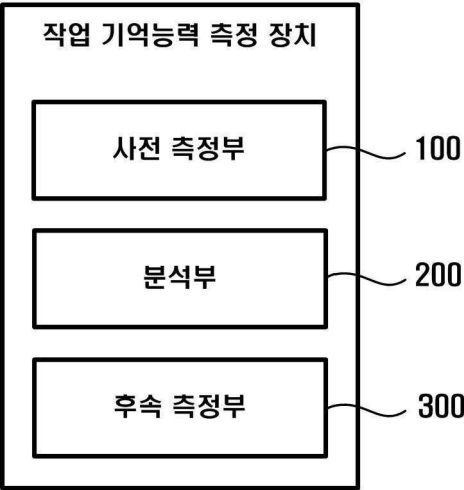
부호의 설명

- [0098] 1: 작업 기억능력 측정 장치
100: 사전 측정부
200: 분석부
300: 후속 측정부

도면

도면1

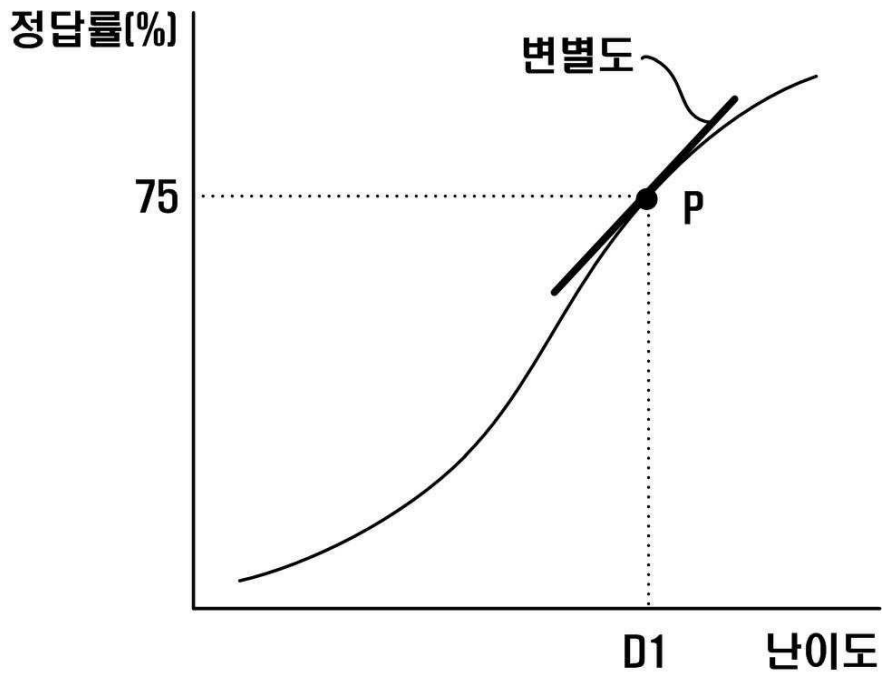
1



도면2

문항 번호	최초 문항	문항분석결과		최종 문항
		난이도 & 변별도	난이도 순위	
1	누베	난이도: -6.077 변별도: 0.400	19	누베
2	마뚜	난이도: -9.459 변별도: 0.185	20	-
3	조나	난이도: -3.349 변별도: 0.636	18	조나
4	퍼틱	난이도: -3.026 변별도: 0.501	17	퍼틱
5	버즙디	난이도: -1.159 변별도: 0.557	11	-
6	까다굴	난이도: -1.457 변별도: 0.640	13	까다굴
7	모단기	난이도: -2.839 변별도: 0.734	16	모단기
8	니아토	난이도: -2.678 변별도: 0.802	15	니아토
9	토보가인	난이도: -1.939 변별도: 1.019	14	토보가인
10	머구냥뿔	난이도: -0.312 변별도: 1.282	8	-
11	푸가태지	난이도: -1.261 변별도: 1.116	12	푸가태지
12	드반거노	난이도: -0.486 변별도: 1.351	9	드반거노
13	조매누버리	난이도: -0.207 변별도: 1.038	6	조매누버리
14	레빌애티머	난이도: -0.232 변별도: 1.686	7	레빌애티머
15	누빈재구밌	난이도: 1.217 변별도: 1.033	2	-
16	바즘다거니	난이도: -0.603 변별도: 1.222	10	바즘다거니
17	무지다바리노	난이도: 0.385 변별도: 0.960	5	-
18	로밍띠르저니	난이도: 0.601 변별도: 1.399	4	로밍띠르저니
19	보마데낭까두	난이도: 0.697 변별도: 1.260	3	보마데낭까두
20	미기돌아캐바	난이도: 1.235 변별도: 1.104	1	미기돌아캐바

도면3



도면4a



도면4b



도면4c



도면5

