

[10~14] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

인간의 지각 과정에 대한 전통적 설명인 상향식 처리 모형에 따르면, 감각 기관에서 수용된 외부 정보가 뇌의 하위 처리 영역에서 상위 영역으로 순차적으로 전달되며 점차 추상적이고 복잡한 표상으로 통합된다. 예를 들어 시각 정보 처리에서는 망막에 맺힌 신호가 초기 시각 피질에서 선분이나 모서리 같은 단순한 특징으로 부호화된 후, 상위 영역으로 전달되면서 물체의 형태, 범주, 의미 등을 포함하는 복합적 표상으로 구성된다. 그러나 이 모형은 인간 지각의 여러 특성을 설명하는 데 한계가 있다. 시각 피질에서 상위 영역에서 하위 영역으로 향하는 하향적 신경 연결이 상향적 연결보다 수적으로 더 많다는 신경 해부학적 사실이나, 감각 입력이 모호하거나 불완전한 상황에서도 빠르고 안정적인 지각이 이루어진다는 점은 순수한 상향식 처리만으로는 설명되기 어렵다.

이러한 한계를 극복하기 위해 제안된 예측 부호화 이론에 따르면, 뇌는 외부 세계에 대한 내적 생성 모형을 유지하며, 이 모형에 기반하여 다음에 수용될 감각 입력에 대한 예측 신호를 지속적으로 하향 전달한다. 감각 기관을 통해 실제로 수용된 정보는 이 예측 신호와 비교되는데, ㉠ 양자가 일치하는 부분은 상위 영역으로 전달되지 않고 억제된다. 반면 예측과 불일치하는 부분, 즉 '예측 오류'만이 상향 전달되어 상위 영역에 도달한다. 상위 영역은 이 예측 오류를 토대로 내적 모형을 수정하고, 수정된 모형에 기반한 새로운 예측을 다시 하향 전달한다. 이러한 순환 과정을 통해 뇌는 예측 오류를 최소화하는 방향으로 모형을 갱신해 나가며, 예측 오류가 충분히 작아진 상태, 곧 내적 모형의 예측과 감각 입력이 높은 수준으로 부합하는 상태가 안정적 지각 경험에 해당한다.

그런데 예측 부호화 이론에서 모든 예측 오류가 동등하게 취급되는 것은 아니다. 각 예측 오류에는 '정밀도'라 불리는 가중치가 부여되는데, 이는 해당 예측 오류의 신뢰성에 대한 뇌의 추정치이다. 감각 정보가 선명하고 잡음이 적은 조건에서는 예측 오류의 정밀도가 높게 설정되어, 그 오류가 내적 모형의 수정에 미치는 영향이 커진다. 반대로 감각 정보가 불분명하거나 잡음이 많은 조건에서는 정밀도가 낮게 설정되어, 예측 오류가 발생하더라도 ㉡ 이를 잡음으로 간주하고 모형 수정에 거의 반영하지 않는다. 이 정밀도 가중 메커니즘은 주의 현상을 설명하는 데에도 활용된다. ㉢ 특정 감각 채널에 주의를 기울인다는 것은 해당 채널에서 발생하는 예측 오류의 정밀도를 능동적으로 상향 조정하는 것에 해당하며, 그 결과 주의를 기울인 자극의 예측 오류가 모형 갱신에 더 크게 기여하게 된다.

예측 부호화 이론은 다양한 지각 현상에 대해 통합적 설명을 제공한다. 착시 현상은 특정 맥락에서 뇌의 내적 모형이 생성한 강한 예측이 실제 감각 입력과 체계적으로 불일치함에도, 예측 자체의 정밀도가 높게 유지됨으로써 예측 오류에 의한 모형 수정이 충분히 이루어지지 않는 경우로 설명된다. 환각은 감각 입력 자체가 부재하거나 극도로 미약한 상황에서, 예측 오류의 정밀도가 극단적으로 낮아 모형 수정이 일어나지 못하고, 내적 모형이 생성한 예측 자체가 지각 내용을 구성하게 되

는 현상으로 이해된다. 한편 자폐 스펙트럼 장애에서 관찰되는 감각 과민이나 세부 사항에 대한 과잉 집중은, 감각 예측 오류에 과도하게 높은 정밀도가 부여되어 사소한 감각 변화에도 내적 모형이 지나치게 빈번하고 급격하게 수정되는 것으로 설명된다.

예측 부호화 이론은 뇌의 지각 과정을 베이즈 추론의 근사적 실현으로 파악한다는 점에서 인식론적 함의를 갖는다. 베이즈 추론에서는 특정 가설에 대해 새로운 증거가 주어지기 전에 가지고 있던 믿음의 정도인 사전 확률과, 해당 가설이 참일 때 관찰된 증거가 나타날 가능성인 우도를 결합하여, 증거를 반영한 갱신된 믿음의 정도인 사후 확률을 산출한다. 예측 부호화에서 내적 모형이 생성하는 예측은 사전 확률에, 감각 입력은 우도에, 예측 오류를 반영하여 갱신된 모형의 상태는 사후 확률에 각각 대응한다. 이때 정밀도는 사전 확률과 우도 각각의 신뢰도를 조절하는 역할을 한다. 사전 확률의 정밀도가 우도의 정밀도보다 높으면 기존 모형이 유지되는 쪽으로, 우도의 정밀도가 사전 확률의 정밀도보다 높으면 감각 정보에 따라 모형이 크게 수정되는 쪽으로 추론이 진행된다.

10. 윗글에 대한 이해로 적절하지 않은 것은?

- ① 상향식 처리 모형에서, 감각 기관에서 수용된 외부 정보는 하위 처리 영역에서 상위 영역으로 순차적으로 전달되며 점차 복합적 표상으로 통합된다.
- ② 시각 피질에서 하향적 신경 연결이 상향적 연결보다 수적으로 많다는 사실은 순수한 상향식 처리만으로 지각을 설명하기 어렵다는 근거 중 하나이다.
- ③ 예측 부호화 이론에서, 뇌는 외부 세계에 대한 내적 생성 모형을 유지하며, 이에 기반한 예측 신호를 지속적으로 하향 전달한다.
- ④ 예측 부호화 이론에서, 안정적 지각 경험은 예측 오류가 완전히 제거되어 내적 모형의 예측과 감각 입력 사이에 어떠한 차이도 없는 상태에 해당한다.
- ⑤ 예측 부호화 이론에서, 상위 영역은 상향 전달된 예측 오류를 토대로 내적 모형을 수정하고, 수정된 모형에 기반한 새로운 예측을 다시 하향 전달한다.

11. 윗글을 바탕으로 추론한 내용으로 적절하지 않은 것은?

- ① 감각 입력이 모호한 상황에서는 내적 모형의 예측이 지각 경험에 미치는 상대적 영향이 커질 수 있다.
- ② 사전 확률의 정밀도가 높고 우도의 정밀도가 낮은 상황에서 지각 경험은 주로 감각 입력에 의해 결정될 것이다.
- ③ 주의를 기울이지 않는 감각 채널의 예측 오류는 내적 모형의 수정에 미치는 영향이 상대적으로 작을 것이다.
- ④ 내적 모형이 정교할수록 예측이 감각 입력과 잘 부합하여 예측 오류가 적게 발생할 것이다.
- ⑤ 동일한 감각 자극이라도 내적 모형의 상태가 다르면 서로 다른 지각 경험이 산출될 수 있을 것이다.

12. 윗글의 ㉠~㉢에 대한 이해로 적절하지 않은 것은? [3점]

- ① ㉠에 의하면, 예측이 감각 입력과 완전히 부합할 경우 상위 영역으로 전달되는 정보는 최소화될 것이다.
- ② ㉡에서 '양자'는 내적 모형이 하향 전달한 예측 신호와 감각 기관을 통해 수용된 실제 정보를 가리킨다.
- ③ ㉢에서 '이'가 가리키는 것은 예측 오류이며, 이에 낮은 정밀도가 부여되었기 때문에 모형 수정에 거의 반영되지 않는 것이다.
- ④ ㉢에 의하면, 주의를 기울이지 않으면 예측 오류가 발생하는 것 자체를 억제하는 것이 아니라 이미 발생한 예측 오류의 가중치를 변화시키는 것이다.
- ⑤ ㉠과 ㉢을 종합하면, 주의를 기울이지 않는 감각 채널에서는 예측과 일치하는 감각 정보가 상위 영역으로 더 많이 전달된다.

13. 윗글을 바탕으로 '착시', '환각', '자폐 스펙트럼 장애의 감각 특성'을 비교한 내용으로 가장 적절한 것은? [3점]

- ① 착시와 환각은 모두 감각 입력의 정밀도가 높은 상황에서 발생한다.
- ② 착시에서는 예측의 정밀도가, 환각에서는 예측 오류의 정밀도가 각각 높게 유지된다.
- ③ 환각과 자폐 스펙트럼 장애는 모두 예측 오류의 정밀도가 극단적으로 낮은 상황에서 나타난다.
- ④ 착시와 자폐 스펙트럼 장애는 모두 내적 모형의 수정이 충분히 이루어지지 않는 결과를 보인다.
- ⑤ 착시와 환각에서는 예측이 지각을 지배하는 반면, 자폐 스펙트럼 장애에서는 감각 입력이 지각을 지배한다.

14. 윗글을 바탕으로 <보기>를 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은? [3점]

<보 기>

한 제약 공장에서 생산된 알약의 외관을 검사하여 불량 여부를 판별하는 공정이 있다. 검사자 ㉠은 해당 공정에서 15년간 근무하며 다양한 불량 유형과 그 발생 빈도에 대한 풍부한 경험을 축적한 숙련 검사자이고, 검사자 ㉡은 해당 공정에 배치된 지 이틀 된 신입 검사자이다. 두 검사자에 대해 다음과 같은 상황이 관찰되었다.

[상황 1] 검사 장비의 카메라가 정상 작동할 때, ㉠은 알약의 색상·형태·표면 질감의 미세한 이상도 빠르게 포착하며, 짧은 검사 시간과 높은 판별 정확도를 보였다. ㉡은 ㉠에 비해 검사 시간이 길었으나, 선명한 영상을 바탕으로 불량 판별을 비교적 정확하게 수행하였다.

[상황 2] 카메라 해상도가 크게 저하되어 알약 영상이 뿌옇게 보이는 사고가 발생하였다. 이 상황에서 ㉠은 평소와 유사한 속도로 검사를 진행하였으나, 정상 제품을 불량으로 판정하는 오류(과잉 탐지)는 거의 발생하지 않은 반면 실제 불량 제품 중 일부를 정상으로 판정하는 오류(과소 탐지)가 평소보다 증가하였다. 한편 ㉡은 정상인지 불량인지 판단하기 매우 어려워 검사 속도가 극도로 느려졌으며, 과잉 탐지와 과소 탐지가 모두 높은 빈도로 나타났다.

- ① [상황 1]에서 ㉠이 짧은 검사 시간과 높은 정확도를 보인 것은, 풍부한 경험에 기반한 정교한 내적 모형이 예측을 생성하여 예측 오류의 발생이 적었기 때문으로 볼 수 있다.
- ② [상황 1]에서 ㉡이 ㉠보다 검사 시간이 길었지만 비교적 정확한 판별을 수행할 수 있었던 것은, 선명한 영상에 의해 감각 입력의 정밀도가 높아 예측 오류가 모형 수정에 충분히 반영되었기 때문으로 볼 수 있다.
- ③ [상황 2]에서 ㉠에게 과소 탐지가 증가한 것은, 감각 입력의 정밀도가 낮아져 불량에 의한 예측 오류가 내적 모형의 수정에 충분히 반영되지 못했기 때문으로 볼 수 있다.
- ④ [상황 2]에서 ㉡에게 과잉 탐지와 과소 탐지가 모두 높게 나타난 것은, 내적 모형의 예측 정밀도가 높아 감각 입력에 의한 모형 수정이 차단되었기 때문으로 볼 수 있다.
- ⑤ [상황 2]에서 ㉠에게 과잉 탐지가 거의 발생하지 않은 것은, 정상 제품에 대한 내적 모형의 예측 정밀도가 높아 뿌옇게 보이는 영상에서 발생하는 잡음성 오류가 모형 수정으로 이어지지 않았기 때문으로 볼 수 있다.