

Early vs Late Fusion: 융합 시점 전략

Early Fusion: 특징 추출 전 결합 / Late Fusion: 각 모달 독립 처리 후 통합

Early Fusion

입력 레벨 결합

- 원시 데이터 또는 초기 특징 결합
- 단일 모델로 공동 학습
- 모달 간 저수준 상호작용
- 계산 효율적

장점: 강한 통합, 빠른 추론

단점: 차원의 저주, 모달 불균형

Intermediate Fusion

중간 레벨 결합

- 각 모달 부분 처리 후 결합
- 중간 표현 수준 통합
- 계층적 특징 결합
- 유연한 아키텍처

장점: 균형잡힌 접근

단점: 설계 복잡도

Late Fusion

결정 레벨 결합

- 각 모달 독립 완전 처리
- 고수준 예측 결합
- 앙상블 방식
- 모달별 전문화

장점: 모달 독립성, 확장성

단점: 약한 통합

의료 적용 예시

Early: CT + PET 픽셀 레벨 융합

Intermediate: X-ray + 텍스트 특징 결합

Late: 영상/유전자/임상 예측 통합

선택 기준

Early: 모달 크기/형식 유사, 밀접 관련

Late: 이질적 모달, 누락 가능성

Hybrid: 복잡한 멀티모달 시스템