# 다변량 분산분석(MANOVA)에서의 주요 검정 통계량

## 1. Pillai의 트레이스 (Pillai's Trace)

개요:  
- Pillai의 트레이스는 다변량 분석에서 널리 사용되는 통계량 중 하나입니다.  
- 독립변수가 종속변수 집합에 미치는 영향을 평가하기 위해 사용됩니다.

특징:  
- 로버스트(robust): 다른 검정 통계량에 비해, 정규성 가정이 약간 어긋나거나 분산이 균일하지 않은 경우에도 비교적 강건함.  
- 적용 범위: 모든 MANOVA 분석에서 사용할 수 있으며, 특히 분산이 동일하지 않거나 작은 표본일 때 유리함.

계산 방법:  
- Pillai의 트레이스는 독립변수로 인해 발생하는 분산의 비율을 합산한 값입니다. 이 값이 클수록 독립변수의 효과가 크다고 해석됩니다.

장점:  
- 다른 검정 방법보다 비교적 보수적이며, 오류를 줄이는 데 효과적입니다.

## 2. Wilks의 람다 (Wilks' Lambda)

개요:  
- Wilks의 람다는 가장 일반적으로 사용되는 MANOVA 검정 통계량입니다.  
- Wilks의 람다는 독립변수 간 차이가 있는지 평가하는 데 중점을 둡니다.

특징:  
- 효율성: 대부분의 경우 Wilks의 람다는 매우 효율적인 통계량으로 간주됩니다.  
- 작동 원리: 독립변수에 의해 설명되지 않는 분산(오차 분산)의 비율을 나타냅니다. 값이 0에 가까울수록 독립변수의 영향이 크다고 해석됩니다.

계산 방법:  
- Wilks의 람다는 오차 행렬의 행렬식을 전체 행렬의 행렬식으로 나눈 값입니다. 값이 작을수록 그룹 간 차이가 크다는 것을 의미합니다.

장점:  
- 매우 유용하며, 많은 상황에서 효과적으로 사용될 수 있음.

단점:  
- 표본 크기가 작거나 데이터가 다소 왜곡된 경우 덜 로버스트할 수 있음.

## 3. Hotelling의 트레이스 (Hotelling's Trace)

개요:  
- Hotelling의 트레이스는 Pillai의 트레이스와 Wilks의 람다와 마찬가지로, 다변량 가설 검정에 사용되는 통계량입니다.  
- 주로 집단 간의 차이를 나타내기 위해 사용됩니다.

특징:  
- 선형 조합: 종속변수들의 선형 조합이 얼마나 다른지를 평가합니다.  
- 적용 범위: 주로 집단 간 평균 벡터의 차이를 평가할 때 사용됩니다.

계산 방법:  
- Hotelling의 트레이스는 차이 행렬의 고유값(특징값, eigenvalue)의 합으로 계산됩니다. 고유값의 합이 클수록 독립변수의 효과가 크다고 해석됩니다.

장점:  
- Wilks의 람다보다 약간 더 민감하게 그룹 간 차이를 평가할 수 있습니다.

단점:  
- 표본 크기가 작을 때는 효율성이 떨어질 수 있습니다.

## 4. Roy의 최대근 (Roy's Largest Root)

개요:  
- Roy의 최대근은 다변량 분석에서 사용되는 통계량 중 하나로, 가장 큰 고유값(근)을 이용하여 독립변수의 효과를 평가합니다.

특징:  
- 극단적 상황에 민감: 한 그룹 간의 차이가 매우 크고 나머지는 작은 경우 매우 유용합니다.  
- 적용 범위: 특정 종속변수나 그룹이 다른 모든 그룹보다 현저하게 차이가 날 때 유리합니다.

계산 방법:  
- Roy의 최대근은 차이 행렬의 가장 큰 고유값으로 계산됩니다. 이 값이 클수록 한 그룹의 효과가 매우 크다고 해석됩니다.

장점:  
- 특정 그룹 간 극단적 차이를 검출하는 데 매우 효과적입니다.

단점:  
- 한 그룹이 다른 그룹보다 매우 큰 차이를 보이는 경우를 제외하고는 덜 유용할 수 있습니다.

## 결론

다변량 분산분석(MANOVA)에서는 다양한 검정 통계량을 사용할 수 있으며, 각각의 통계량은 데이터의 특성과 연구 목적에 따라 선택됩니다. Pillai의 트레이스는 비교적 로버스트한 선택이며, Wilks의 람다는 가장 일반적으로 사용됩니다. Hotelling의 트레이스는 Wilks의 람다보다 민감하게 차이를 평가할 수 있으며, Roy의 최대근은 극단적인 그룹 차이를 평가하는 데 유용합니다. 연구자는 분석 상황에 따라 적절한 통계량을 선택해야 합니다.