

# The Mental Representation of Parity and Number Magnitude

Dehaene(1993)

# Introduction

## ✔ *How are numbers mentally represented and manipulated?*

The modular side

- A central abstract representation of #
- A bottleneck entry to calculation and stored # knowledge interfaced by notation-specific comprehension and production modules

The interactive side

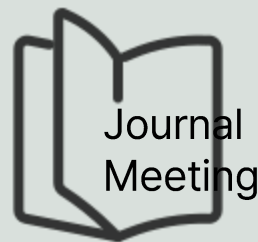
- A connected modality-specific number codes = An encoding complex
- Activate each other -> Numeral processing

The intermediate model

- Three cardinal representations of # -verbal, Arabic, magnitude)
- Each supports specific procedures

A unique preferred entry code

- Access and process # depending on individual's idiosyncrasies 독특한 특징

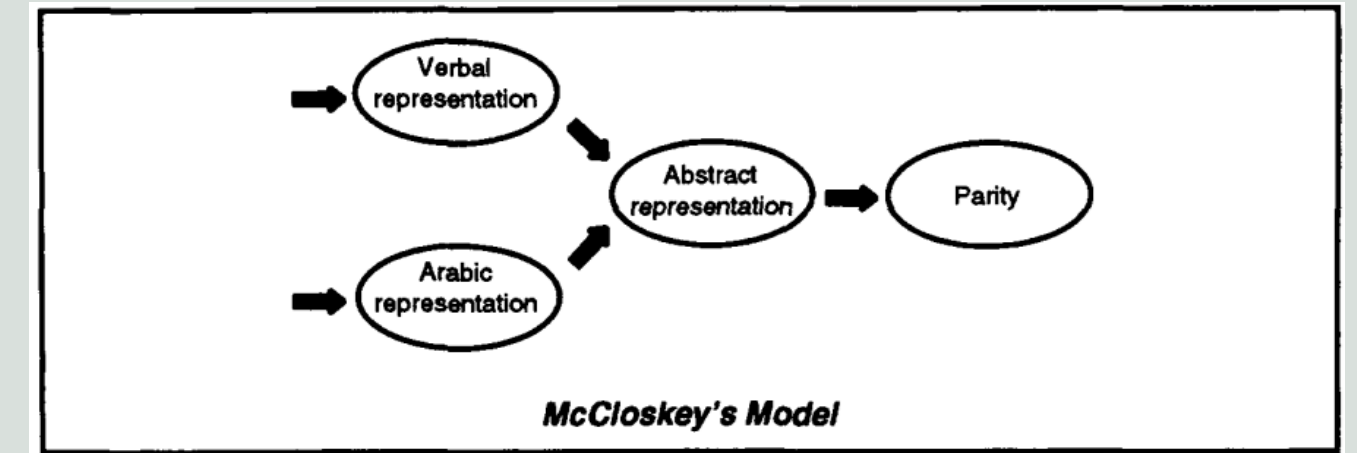


# Introduction

## ✓ Processing Architectures for Parity Judgement

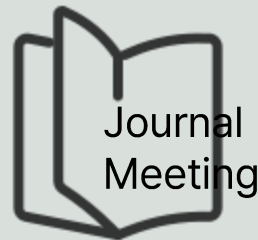
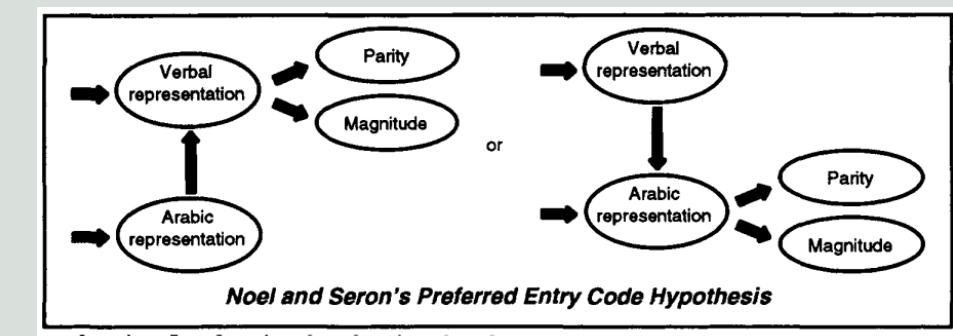
### McCloskey's Model

- 숫자가 입력되면 an abstract internal representation로 변환
- 내적 표상은 a magnitude code with base-ten structure로 구성됨 e.g.  $13 = \{3\}$  in units slots  $\{1\}$  in tens slots
- A bottleneck to further numerical processing



### Noel and Seron's Preferred Entry-Code Hypothesis

- 앞선 이론에서 an abstract representation에서 수적 지식과 계산이 처리됨에 반박
- 개개인마다 선호하는 specific notation("entry code")로 변환 -> 수 정보 처리
- A bottleneck at the level of a concrete representation of number

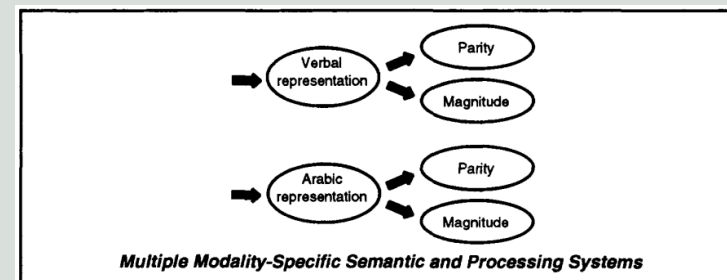


# Introduction

## ✔ Processing Architectures for Parity Judgement

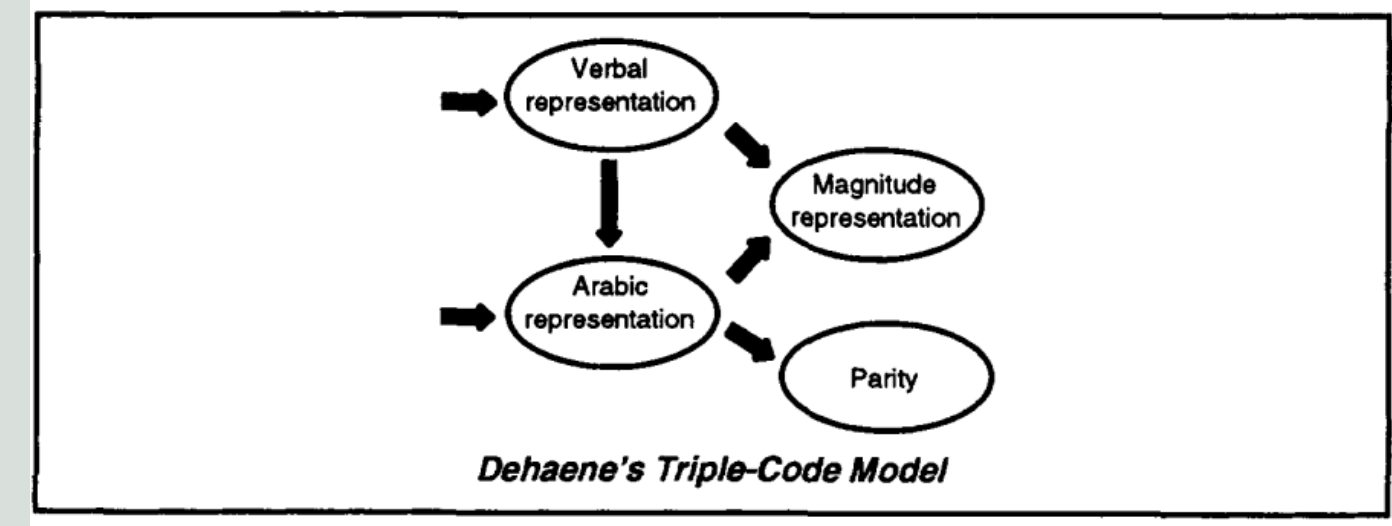
Campbell and Clark's Encoding-Complex Model

- 수가 특정 network of format-specific number codes를 활성화 -> 이것이 통합적으로 수 정보를 처리 **"interactive"**
- stimulus codes가 number word or visual digit format 중 **지배적인 포맷으로 변환되어 처리**(=Noel's model)



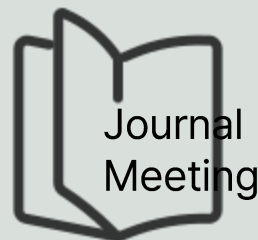
### A multiple modality-specific semantic and processing systems

- 입력되는 수의 format에 따라 semantic databases and procedures가 바뀐다.
- Input되는 수의 format이 다르면 parity judge- 결과도 다를 것.



### Dahaene's triple-code model

- Three representations of number: an auditory verbal word frame, a visual Arabic number form, an analogical magnitude representation
- 그러나 Modular

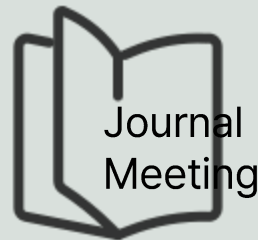


# Experiment 1

- ✔ The way parity information is extracted: Memory or Using General Mental Calculation

## *Methods*

- Task: 0-9까지의 수의 짝/홀 판단하여 반응 키 누르기
- Subjects: 대학생 (문학 전공 & 과학 전공), 반응 정확성과 스피드를 지시
- 만약, Campbell(1991) 가설대로 mental calculation 과정을 통해 parity judgement가 이루어진다면,
  - 1) Fast responses to 0, 1, 2, 3, 4, 9 but slow responses to 5, 6, 7, 8
  - 2) 수학적 expertise에 영향을 받지 않을 것



# Experiment 1

## ✔ Results and Discussion

### 1. Campbell(1991)의 the mental calculation strategy 검증 실패

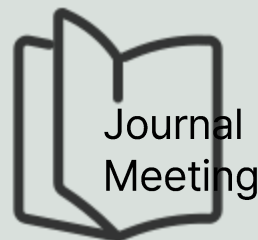
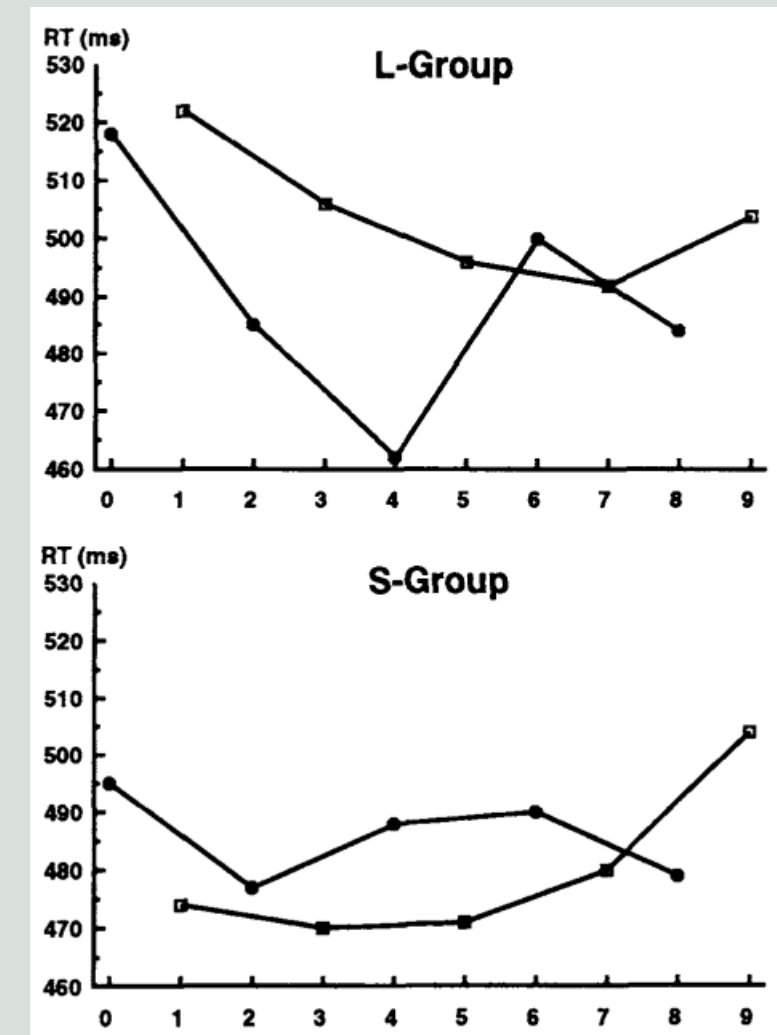
- 타겟 넘버가 커질수록 판단 시간이 길어지지 않음
- 0, 1, 9에 대한 판단시간이 비교적 느림

### 2. 짝/홀에 대한 전반적인 RT 차이

- 짝수에 대한 판단 시간이 더 빠름: 2의 배수가 더 현저한 mental category라서(Shepard et al., 1975)
- 홀수에 대한 판단 시간은 U-shaped curve. 1, 9는 느리고 3, 5, 7은 빠름: 소수에 대해서는 빠른 판단, 제곱수는 twoness의 느낌 때문에 느려진다는 설명
- 0, 1에 대한 판단 시간이 느림: 주로 학교에서 2부터 짝수라고 배워서 판단에 확신 부족

### ▶ The memory retrieval hypothesis

- The level of shared semantic properties in #
- The familiarity with number concepts: flattened & No zero effect



# Experiment 2

- ✔ Two-Digit Arabic Numerals: 두 자리 수일 때, 두 설명 모델 중 무엇이 적합할까?

## The Memory Retrieval Theory

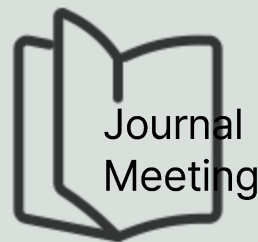
- 타겟 숫자가 semantic memory 안에서 각자 해당되는 entry들에 속할거라 설명
- General mathematical properties가 판단에 개입할 것, 사전의 수학적 학습경험 영향 O

## The Decomposition Model

- 타겟 숫자를 해체해서 판단한다고 설명
  - : 십의 자리 무시하고 동일한 일의 자리를 가진 수라면 두자리수와 한자리수의 RT 동일
- 즉, 십의 자리 수와 일의 자리 수가 동일하면 response facilitation

- ✔ *Methods*

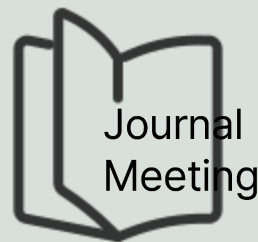
- Task: 10-99에서 무작위로, 각 3번씩 출현
- Subjects: 대학생 (문학 전공 & 과학 전공)



# Experiment 2

## ✓ Results

1. The presence of a congruity effect(십의 자리와 일의 자리 parity가 동일할 때: 24, 57)  
2Group X 2Task X 2Congruity X 2Parity of the units digit X 2magnitude of the units digit ANOVA
  - Congruity effect was significant,  $F(1, 16) = 32.1, p < .0001$
  - 즉, 두 자리 수에서 parity judgement는 십의 자리 수 특성의 영향도 받음!
2. The effect of the units digits
  - 일의 자리 수에 대한 RT 패턴은 Exp1과 유사함: # ending with 6, 9 slower EXCEPT 0, 1
  - 짝/홀에 대한 RT 차이는 없음,  $F(1, 16) < 1$
  - 추가적으로 큰 십의 자리 수에 오른손으로 반응할 때 반응이 빠르고, 작은 수는 왼손에 빠름2 Group X 9 decades digit X 2 side of response ANOVA
3. The influence of global mathematical properties(2의 배수, 소수 등)
  - A stepwise multiple regression analysis
  - 두자리수의 수학적 특성에 대한 지식의 영향? parity, prime, ending with 0, power of 2, 2의 n승에서 n▶ The decomposition model 지지하는 결과







감사합니다!