

The mind's eye in blindfold chess.

Guillermo Campitelli & Fernand Gobet. (2005). The mind's eye in blindfold chess, European Journal of cognitive Psychology, 17(1), p.p.23-45.

心像理論

- 心像 (mental imagery) はどのぐらい内的表象の生成、外的情報と前の知識などの統合することに有効に支持するか。
- 心像内の図 (figure) と地 (ground) の差別と役目はそれぞれ何でしょうか。
- 外界にある新しい情報が関連あるものと関連ないもの、どのように区別して心像に取り入りますか。

Mental Imagery in Expert Problem Solving

- 神経生理基質 (Kosslyn, 1994)
- 外的表象との関係 (Newell & Simon, 1972): 同じ機能を持つ
- エキスパートの問題解決にはあまり研究されなかった: 使用メカニズムは未明。
- 他の領域 (プログラミング、数学、スポーツ、建築デザイン) が沢山研究されても、チェス (特に目隠しチェス) のほうは殆どない。

チェスの雑学: アメリカ人のチェスプレイヤー Harry Pillsbury (1872-1906) は、目隠しチェスを同時に 20 ゲームしながら、また同時にチェッカーを 20 ゲーム、トランプのホイストを行い、ゲームの開始前に記憶した 40 単語を覚えていた。ゲーム中はしゃれの利いた会話をしていた。

Blindfold chess

- 目隠しチェス
 - 目隠しで、複数名の他のプレイヤーと対局する。
 - 音声で標準チェスの表記法を用いて。
- (Reuben Fine, 1965): 空の碁盤が妨害する
 - George Koltanowski (世界チャンピオン) が支援に有効と思う
- Saariluoma, 1991
 - 視覚的 Working Memory
 - L T Mにある知識が Skill に差別が生じる原因
 - 違法的な move が含めた局、パフォーマンスが低下する
 - 視空間的な Working Memory が初期なコーディングにだけ影響を与える。
 - 機能的関連ある (こまの位置) 情報が記憶を補助する。

The Chunking and Template theories

- チャンキング理論
 - 情報を L T Mへコーディングするスピードを過小評価
 - 知識 (schemata) の重要性をみない
- テンプレート理論 Gobet & Simon(1996b, 2000)
 - Stable information
 - Variable information
 - 250 ms で情報取り入れる

実験 1

目的

- 視知覚と心像 (Template theory: imagery within the mind's eye) の関係を解明する
 - Saariluoma & Kalakoski (1997) 「Blindfold chess」 と類似な方法を用いる
 - ◇ パソコン画面上には、背景が空の碁盤で、現時点の動きしか呈示せず
 - ◇ プレーヤーが使用する情報種類 (各こまのタイプ、色、位置) を調べた
 - 本研究: 異なる碁盤背景の、目隠しチェスへの干渉効果を調べる

被験者

- 16名アルゼンチン・プレーヤー
 - 平均年齢 20.5 歳 (14 歳から 31 歳、SD=5.2)
 - 8名「Masters」
 - ◇ 3名 international master、3名 FIDE master ;
 - ◇ Elo 平均 2299 ; SNG 平均 2193。
 - 8名「Class A players」
 - ◇ Elo なし ; SNG 平均 1885。

Elo rating : Arpad Elo 氏の創案したレイティング・システム、その点数は「Elo」と書く、間隔尺度で、標準偏差が 200 points ; 1959 年に USCF、1970 年に FIDE が採用してチェス界では広く普及している。2200 points 以上「Masters」、2000-2200 points 「Experts」、1800-2000 points 「Class A players」、1600-1800 points 「Class B players」。

FIDE = 国際チェス連盟。2500 Elo 以上「International Grand Master / GM」、World Champion に次ぐ、チェス界最高位の称号、2005 年 10 月現在、世界に 974 人 2400 Elo 以上「International Master / IM」、2300 Elo 以上「FIDE Master / FM」。

SNG =アルゼンチンの National Grading System

実験手続き

- 2 X 3 X 3 デザイン
 - 被験者間
 - ◇ skill (masters / Class A players);
 - 被験者内
 - ◇ interference (empty board / initial position / initial position in the middle);
 - ◇ depth (10 ply / 30 ply / 50ply);

Ply = half-move : 半手。チェスでは自分の手と相手の手を一組にして1手と数える習慣のため、一方だけの1手をこう呼ぶ。チェス・コンピュータ関係では同じ意味でプライ (ply)が使われる。

- 材料
 - 6局 GM レベルのゲームを用意 (各 interference 状況 2 つ)
 - 被験者が見たことなく、一般的な初期盤面状態 (対局の手順) を有しないもの
- 教示
 - ターゲットこまは緑色に囲まれ、初期位置に 1 秒呈示、目標位置に 2 秒呈示。
 - 2 つのゲームの碁盤の手順を心的操作する
- 流れ
 - ゲーム 1 の 1-10 ply 後、ゲーム 2 の 1-10ply ;
 - 被験者は各ゲーム最後画面上の位置を復元する。(10 ply)
 - ゲーム 1 の 11-20 ply 後、ゲーム 2 の 11-20 ply ;
 - ゲーム 1 の 21-30 ply 後、ゲーム 2 の 21-30 ply ;
 - 被験者は各ゲーム最後画面上の位置を復元する。(30 ply)
 - ゲーム 1 の 31-40 ply 後、ゲーム 2 の 31-40 ply ;
 - ゲーム 1 の 41-50 ply 後、ゲーム 2 の 41-50 ply ;
 - 被験者は各ゲーム最後画面上の位置を復元する。(50ply)
 - 4 分以内で初期盤面状態を再現する
 - 10 分以内でゲーム 1 とゲーム 2 の moves を再現する
 - 5 分の休憩後、ゲーム 3 とゲーム 4 の循環 ;
 - 同じ 5 分の休憩後、ゲーム 5 とゲーム 6 の循環。
 - 再現所要時間は記録され
 - 実験前に 6 つのゲーム、各 10 ply までの練習操作あり

結果 (Fig. 2)

- Recall of positions
 - Depth 主効果
 - ◇ $F(2, 13)=92.1$ 、 $MSE=20320$ 、 $p<.001$ 、有意差あり
 - ◇ Post-hoc Scheffe tests : ply 10 と ply30、ply 10 と ply50、ply 30 と ply50
 - Skill 主効果
 - ◇ $F(1, 14)=122.2$ 、 $MSE=26956$ 、 $p<.001$ 、有意差あり
 - Interference 主効果
 - ◇ $F(2, 13)<1$ 、 $MSE=20.7$
 - Depth X Skill 交互作用
 - ◇ $F(2, 13)=25.3$ 、 $MSE=5581$ 、 $p<.001$ 、有意差あり

- Errors of commission (間違っただまの比率)
 - Depth 主効果
 - ◇ 10 ply 平均 1.7(SD=3.8)
 - ◇ 30 ply 平均 15.5(SD=16.3)
 - ◇ 50 ply 平均 30.0(SD=29.1)
 - ◇ $F(2, 13)=76.8$ 、 $MSE=19146$ 、 $p<.001$ 、有意差あり
 - Skill 主効果
 - ◇ 「Masters」平均 6.0(SD=12.0)
 - ◇ 「Class A players」平均 25.5(SD=26.2)
 - ◇ $F(1, 14)=109.7$ 、 $MSE=27332$ 、 $p<.001$ 、有意差あり
 - Interference 主効果
 - ◇ Empty board 平均 16.3(SD=23.3)
 - ◇ Initial 平均 14.9(SD=21.5)
 - ◇ Initial in the middle 平均 16.0(SD=22.8)
 - ◇ $F(2, 13)<1$ 、 $MSE=55.34$
 - Depth X Skill 交互作用
 - ◇ $F(2, 13)=24.1$ 、 $MSE=6010$ 、 $p<.001$ 、有意差あり

- Errors of omissions (省略されただまの比率)
 - Depth 主効果 : $F(2, 13)=12.6$ 、 $MSE=1860$ 、 $p<.001$ 、有意差あり
 - Skill 主効果 : $F(1, 14)=12.5$ 、 $MSE=1842$ 、 $p<.001$ 、有意差あり
 - Interference 主効果 : $F(2, 13)<1$ 、 $MSE=13.36$
 - Depth X Skill 交互作用 : $F(2, 13)=4.0$ 、 $MSE=592.04$ 、 $p<.02$ 、有意差あり

- Reconstruction time (再現所要時間)
 - Depth 主効果 : $F(2, 13)=98.9$ 、 $MSE=469204$ 、 $p<.001$ 、有意差あり
 - Skill 主効果 : $F(1, 14)=7.7$ 、 $MSE=36450$ 、 $p<.01$ 、有意差あり
 - Interference 主効果 : $F(2, 13)<1$ 、 $MSE=555.96$
- Reconstruction of games (正しく再現されたコマ数の比率)
 - 2 X 3 分散分析 (Skill X Interference)
 - Skill 主効果
 - ◇ 「Masters」平均 86.4(SD=13.9)
 - ◇ 「Class A players」平均 41.4(SD=24.6)
 - ◇ $F(1, 14)=122.8$ 、 $MSE=49232$ 、 $p<.001$ 、有意差あり
 - Interference 主効果
 - ◇ Empty board 平均 60.7(SD=32.5)
 - ◇ Initial 平均 67.0(SD=28.1)
 - ◇ Initial in the middle 平均 63.6(SD=30.5)
 - ◇ $F(2, 13)<1$ 、 $MSE=322.4$
 - Skill X Interference 交互作用
 - ◇ $F(2, 13)<1$ 、 $MSE=392.6$

Discussion

- まとめ
 - Depth、Skill 主効果に有意差あり、Depth X Skill 交互作用有意差あり ;
 - Interference 主効果に有意差なし
- テンプレート理論を支持
 - チェス・プレーヤーは、チャンクとテンプレートから大量の知識ベースを持つため、パターンを自動的に再認させる。
 - 「Masters」と「Class A players」の差は 30 ply と 50 ply でしか見えない
 - より簡単な段階 (10 ply) で差はないはず、より複雑な段階で見えるべき
- Interference の主効果に有意差なしとは何故 : 新奇性が無いため?
 - 可能な解釈
 - ◇ 心的表象に碁盤の外的表象支援は全然要らず、目前の move しか処理せず。
 - ◇ 碁盤の外的表象支援は心的表象更新するときだけ使われる (変更は細かい所だけだから)。
 - ◇ 実験 2 で確認する

実験 2

目的

- 実験 1 に Interference の主効果に有意差なしの原因に関わる 2 つ仮説を検証
- 盤面状態の再現錯誤種類を分析する

被験者

- 16 名
 - 平均年齢 25.9 歳 (15 歳から 39 歳、SD=8.1)
 - 8 名「Masters」: 4 名 international master、4 名 FIDE master。
 - ◇ Elo 平均 2351(SD=51.9)。
 - 8 名「Experts」
 - ◇ Elo 平均 2113(SD=)。

実験手続き

- 2 X 3 X 2 デザイン
 - 被験者間
 - ◇ skill (Masters / Experts);
 - 被験者内
 - ◇ interference (empty board / move-by-move / semistatic);
 - ◇ depth (30 ply / 50ply)。
- 材料
 - 6 局 GM レベルのゲームを用意 (各 interference 状況 2 つ)
 - 被験者が見たことなく、一般的な初期盤面状態 (対局の手順) を有しないもの
- 流れ
 - 実験 1 とほぼ同じ、ただ depth の 10 ply は省略 (体力が耐えられる時間)
 - Move-by-move が 50 種類の位置 (毎 ply 変換)
 - Semistatic が 5 種類の位置 (毎 10 ply 変換)
 - 実験前に 6 つのゲーム、各 10 ply までの練習操作あり

結果 (Fig. 3)

- Pieces correctly replaced
 - Depth 主効果 : $F(2, 13)=20.3$ 、 $MSE=8066$ 、 $p<.001$ 、有意差あり
 - Skill 主効果 : $F(1, 14)=42.6$ 、 $MSE=16894$ 、 $p<.001$ 、有意差あり
 - Interference 主効果
 - ◇ $F(2, 13)=13.7$ 、 $MSE=5432$ 、 $p<.001$ 、有意差あり
 - ◇ Post-hoc Scheffe tests : empty と semistatic (17.3%、 $p<.001$) empty と move-by-move (14.5%、 $p<.001$)

- Errors of omission (省略されたこまの比率)
 - Depth 主効果
 - ◇ $F(2, 13)=16.7$ 、 $MSE=7226$ 、 $p<.001$ 、有意差あり
 - Skill 主効果
 - ◇ $F(1, 14)=16.1$ 、 $MSE=6958$ 、 $p<.001$ 、有意差あり
 - Interference 主効果
 - ◇ $F(2, 13)=4.4$ 、 $MSE=1927$ 、 $p<.02$ 、有意差あり
 - ◇ Post-hoc Scheffe tests : empty と semistatic (10.2%、 $p<.03$)
- Errors of commission (間違っただこまの比率)
 - Depth 主効果
 - ◇ $F(2, 13)=2.7$ 、 $MSE=837.46$
 - Skill 主効果
 - ◇ $F(1, 14)=13.4$ 、 $MSE=4134$ 、 $p<.001$ 、有意差あり
 - Interference 主効果
 - ◇ $F(2, 13)=4.4$ 、 $MSE=1346$ 、 $p<.02$ 、有意差あり
 - ◇ Post-hoc Scheffe tests : empty と semistatic (8.9%、 $p<.02$)
 - 30 ply と 50 ply 後、盤面状態の再現錯誤を分類 (Fig. 4)
 - ◇ Same : 先までが正しく、同じゲーム内のこま
 - ◇ Interference : Interference 用のこま
 - ◇ Pair : ペアゲーム内で出現 (例えばゲーム 1 のこまがゲーム 2)
 - ◇ Inference : とにかく間違っただ
 - テンプレート理論の予測通り
 - ◇ より多い : 「pair」と「interference」
 - ◇ より少ない : 「same」、テンプレート情報更新が失敗のため

Discussion

- まとめ
 - Skill 主効果に有意差ありが
 - 「Masters」empty 状況のパフォーマンスは実験 1 のときより低下。
 - Depth X Skill 交互作用が消えた ;
 - Interference 主効果に有意差あり (ただし 2 種類 Interference の間に差はなし)
- テンプレート理論を支持
 - 10 ply の再現テストがゲーム moves の記憶に補助するため。
 - semistatic 状況が move-by-move 状況より、パフォーマンスが低下。

- Interference の主効果
 - 碁盤の外的表象支援は心的表象更新するときだけ使われる（変更は細かい所だけだから）ことを見えた。
 - 認知負荷は大量な情報（新奇性）に耐えられないはずが、パフォーマンスの低下は予想より少ない。
- テンプレート理論とプレイヤーのストラテジー
 - 次の move やゲームの刺激が呈示前に、視覚的リハーサル、心像を更新する
 - 初期盤面状態と大幅の違い（多いゲーム ply）が生じた後、心像の更新が難しくなり。
 - プレイヤーは時間プレッシャーに落ちる：現在の move をリハーサルするか、新しい情報で心像を更新するか、結局心像の更新が遅延、再現錯誤する。

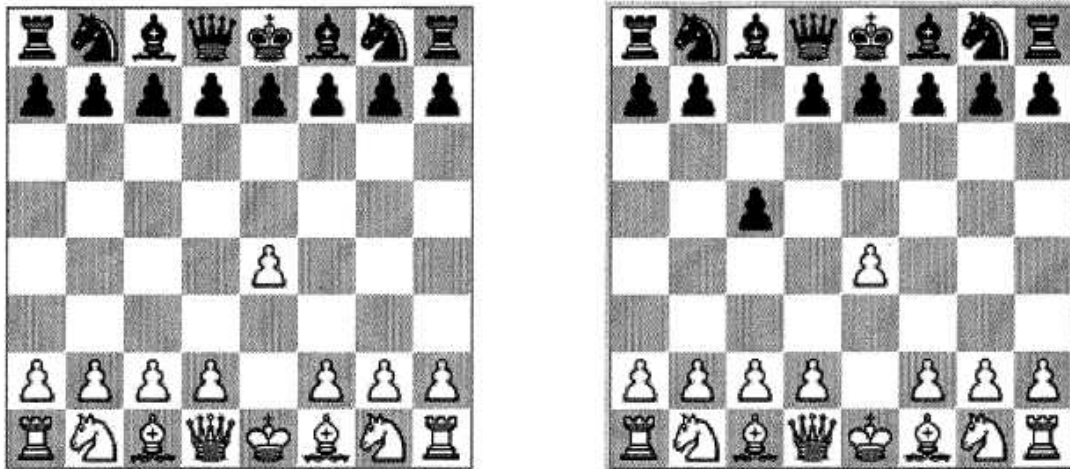


Figure 1. The template theory proposes that positions that recur often in a player's practice (such as the position after 1.e2-e4, diagram on the left, and the position after 1.e2-e4 c7-c5, diagram on the right) lead to the creation of templates. Templates may be linked in LTM, for example by the move or sequence of moves that lead from one to another (in our example, the move 1 ... c7-c5).

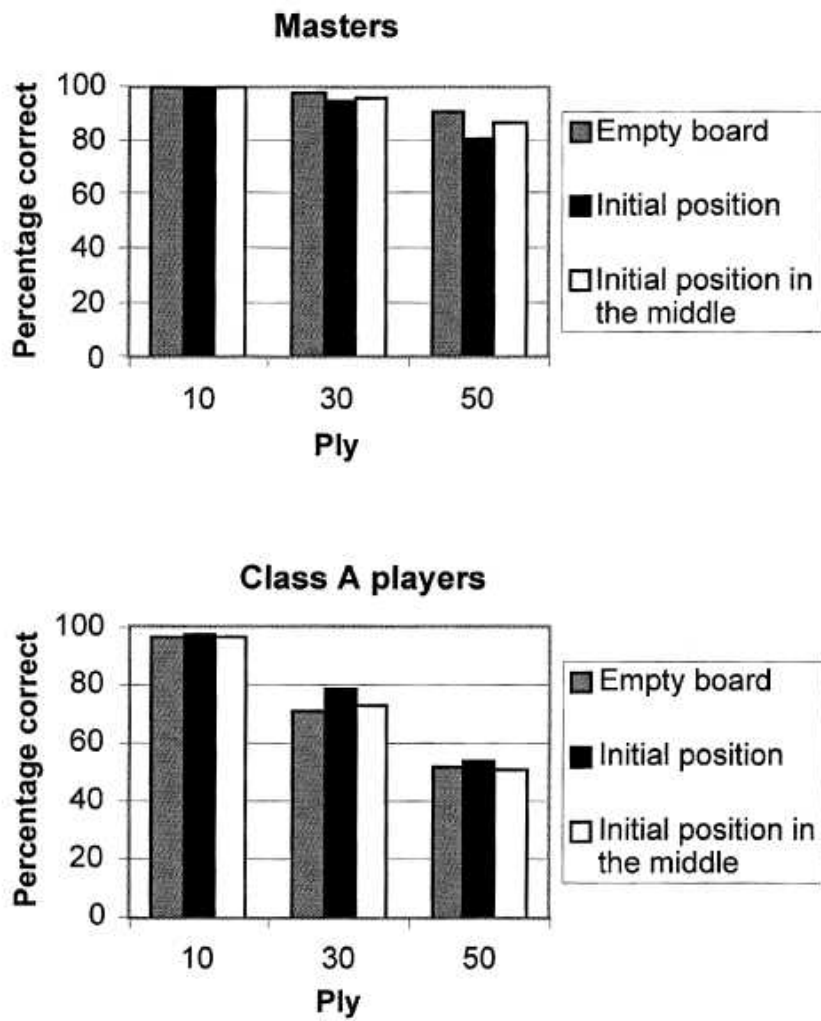


Figure 2. Experiment 1: percentage correct as a function of the experimental condition (empty board, initial condition, and initial condition in the middle) and of the number of ply (top, masters; bottom, class A players).

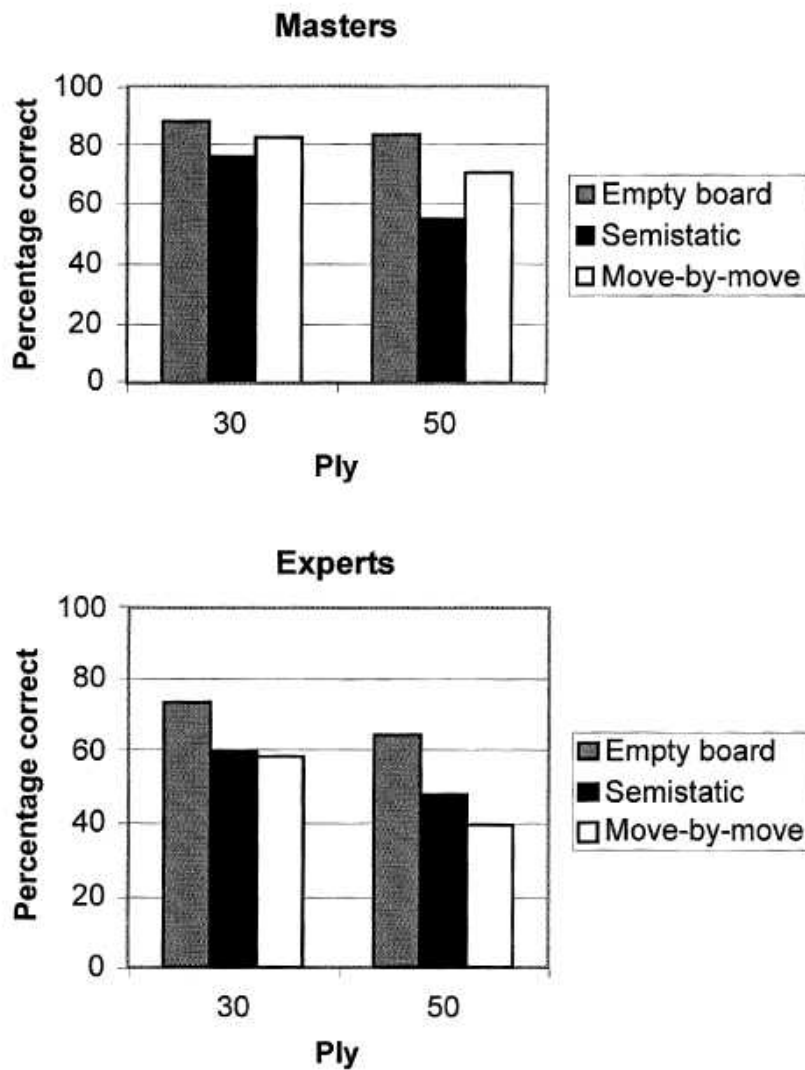


Figure 3. Experiment 2: percentage correct as a function of the experimental condition (empty board, semistatic, and move-by-move) and of the number of ply (top, masters; bottom, experts).

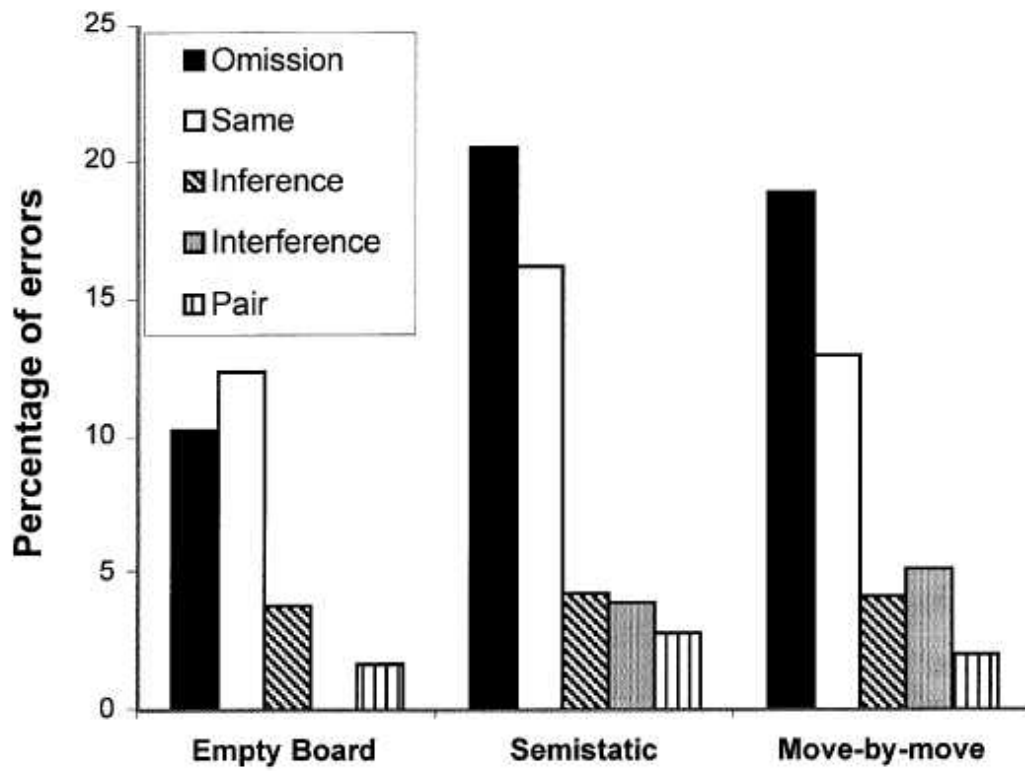


Figure 4. Experiment 2: detail of errors of omission and commission.