

## Adapting to When Students Game an Intelligent Tutoring System

Ryan S.J.d. Baker, Albert T. Corbett, Kenneth R. Koedinger, Shelley Evenson, Ido Roll, Angela Z. Wagner, Meghan Naim,  
Jay Raspat, Daniel J. Baker, Joseph E. Beck

### 1 Introduction

近年、ゲーミングというものが学習を乏しくすることがわかった。  
Bakerらはゲーミングを二種類に分類(Baker 2004)

#### ゲーミング

生徒が考えずにシステムの特性や規則性を利用し問題解決を成功させようとするもの  
(<http://users.wpi.edu/~rsbaker/gaming.html> 参照)

#### harmofulゲーミング

ほとんど知らない problem step でおきる

#### no--harmofulゲーミング

すでに知っている problem step でおきる

本研究では、エージェントのアニメーションを用いることで harmfulゲーミングを改善する。  
生徒と tutor を観察し、生徒がゲーミングするとエージェントはますます不幸になり、生徒がゲーミングした問題解決のプロセスの正確なステップにおいて supplementary excercises を与えるという試みである。

### 2 Design

- 我々のデザインアプローチは2つの状況に合わせる事を試みた
  - 容易にゲーミングをする学生の学習を改善する事
  - ゲームをしていない学生にたいしては最小限の変更にする事
- システム開発の先行研究
  - 高速にヒントをクリックすることを防止するために、マルチレベルのヒント各レベルに2秒の遅延を導入し、システムチックな推測を防ぐために生徒が3つ以上のエラーを出したら明示的なヒントを与えた。(Aleven, V. 2001)
  - 現在の問題に1分以上取り組まないとヘルプを与えないという機能(Beck,J. 2005)
  - これらはゲーミングの振る舞いを直接的に防いでいる
- Scooter the Tutor を開発  
ゲーミングのインセンティブを減少することを指向。  
生徒がゲーミングしていないならば幸せそうな表現する(図1の左上)  
もし生徒がゲーミングしたのならば、不満レベルを上昇させる(図1の左下)  
もし生徒がゲーミングを通して正しい答えを獲得したら、Scooter は supplementary excercises を与える。

#### ◇ Supplementary exercise

ゲーミングによって置き去りにされた学習マテリアルをカバーするためのもの。

✓ 初めの1と2のレベル

生徒はゲームをしたステップの解答を要求されるか、全体の問題解決のプロセスにおいてゲーミングをしたステップが何の役割をしたか。

✓ 3つ目のレベル

もし生徒が1と2のレベルで悪かったら、3つ目のレベルが与えられる。これはゲーミングをしたステップに関連するもので、まだ生徒があやふやなものがきを防ぐために簡単なものである。

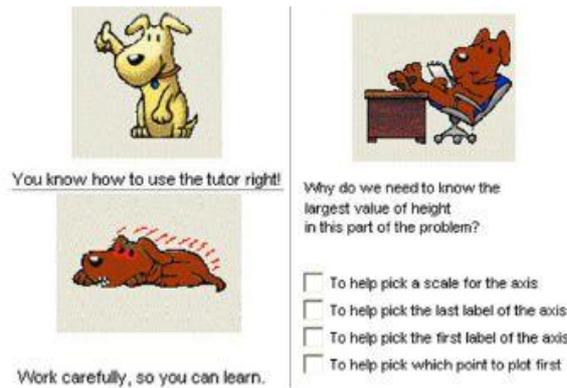


Fig. 1. Scooter the Tutor – looking happy when the student has not been gaming harmfully (top-left), giving a supplementary exercise to a gaming student (right), and looking angry when the student is believed to have been gaming heavily, or attempted to game Scooter during a supplementary exercise (bottom-left).

- ✓ 生徒が3つ全てのレベルにおいて悪かったら
  - Scooter は生徒がゲームをしたと判断
  - 初めの試行で exercise を正確にするよう求める
  - その問題ステップが将来の問題において supplementary exercises を受け取ることに関与していることを指し示す。
- 生徒が supplementary exercises をゲーミングしたら、Scooter は怒る。
- デザインしたシステム”Scooter the Tutor”のまとめ
  - ゲーミングをした生徒に対して怒りを示すことで生徒の規範意識に訴えゲーミングを少なくするのではないか。
  - Supplementary exercise はゲーミングをした学習マテリアルをターゲットとしていることで生徒に別の学び方を教え、学習する機会を逃さないようにしている。

### 3 Study Methods

#### 対象

- ☆ ピッツバーグ近郊の2つの学校の5つのクラス
- ☆ 中学数学の Cognitive Tutor のカリキュラム

#### 実験

- 初めに  
すべての生徒が Scooter を利用する tutor (実験条件) と Scooter を利用しない tutor (統制条件) を両方利用するようにデザインされ、すべての生徒は初期に統制条件を完遂し、実験条件を2つ目に完遂する。
- Scooter を利用する百分率の授業と散布図の授業のうち1つにランダムに割り振られる。ほかの授業は Scooter を用いない授業である。
  - 51人の生徒が実験条件の散布図の授業に参加 (12人はプレテスト又はポストテストを欠席。学習利得関連のデータから除外)
  - 51人の生徒が統制条件の散布図の授業に参加 (17人がプレテスト又はポストテストを欠席)
  - スケジュールエラーにより百分率の授業題材として同じ週に実験条件は行われた
- 実験条件において  
生徒はプレテストを完遂し、複数の授業にわたって80分間 tutor を利用し、プレテストを受ける。テストの項目は先行研究(Baker 2004)を用いる (カウンターバランスを取ってある)

## 4 Results

- ゲーミングした生徒の割合（図 2）
  - 統制条件の生徒の 33%
  - 実験条件の生徒の 18%
  - これらの条件には有意差あり  $2(1, N=102)=3.30, p=0.07$
- ゲーミングの時間について
  - 統制条件は時間の 17%
  - 実験条件は時間の 14%
  - これらの条件には有意差なし  $t(23)=0.74, p=0.47$
- 学習改善について
  - ゲーミング減少していた兆候があるにもかかわらず、改善されなかった。
  - 統制条件はポスト-プレテスト間で 22 ポイントの上昇(44%-66%)
  - 実験条件はポスト-プレテスト間で 25 ポイントの上昇(37%-62%)
  - 有意差なし  $t(70)=0.34, p=0.73$

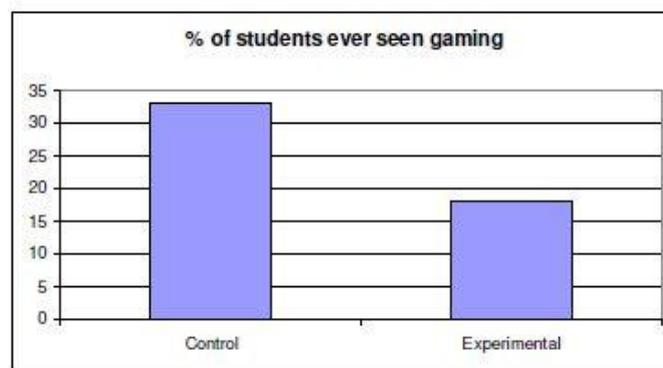


Fig. 2. The frequency of gaming (observed) in each condition.

### 4.1 Supplementary Exercises

- 全体を通して Scooter は少数の exercise を与えた。
  - 問題ステップの 3.2%(12set)以上の exercise を受け取った学生は存在せず、中央の生徒は問題ステップの 1.1%(3 set)のみ exercise を受け取った。
- Scooter の exercise は正確にゲームしたステップにおいてアサインされ、ゲーミング頻度と相関あり  $r=0.43, F(1,38)=8.24, p<0.01$
- より多く、より少ない exercise を受け取った学生ほどよい学習をする（図 3）
  - 有害なゲーミングをしない学生は supplementary exercise を受け取らないから
  - もっとも exercise を受け取った（上位 3 分の 1）生徒は（残り 3 分の 2）他の生徒よりも良い学習をしていた。  $t(37)=2.25, p=0.03$ ;
  - 3 つのグループ間に有意差あり  $F(2,36)=3.10, p=0.06$

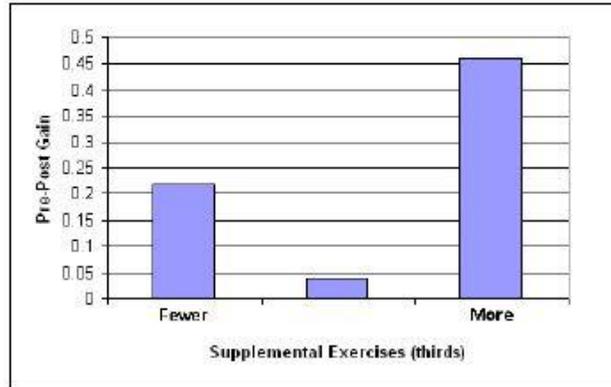


Fig. 3. The Learning Gains Associated With Receiving Different Levels of Supplemental Exercises From Scooter

- 図 4 左より exercise を受けた生徒は授業の後半に受け取り始めたが、ポストテストで追いついている
  - テストと exercise の量との間に交互作用  $F(1,37) = 5.07, p=0.03$
  - 多くの exercise を受ける生徒は莫大な量の harmful ゲーミングに従事しているから exercise を受け取る
- 統制条件において優れた学生は harmful gaming の頻度は少ない (図 4 右)
  - 統制条件(図 4 右)や先行研究(Baker2004,2005)両方において頻繁な harmful ゲーミングのスコアは低く始まり、追いつけず低いままであることが関連づけられた
- 表 1 より、統制条件及び Scooter 不使用の先行研究での harmful ゲーミングの中央量よりも多く従事した学生の学習利得の平均値は 22 である。
  - 多くの exercise を受けた生徒 (46 ポイント) の平均学習利得の半数にも満たない。
  - 有意差あり  $t(47)=2.09, p=0.04$
- 図 5 左は 3 日間のゲーミングの頻度を示している。実験条件において supplementary exercise を受けた上位 3 分の 1 の生徒で比較している。
  - 1-2 日、2-3 日の変化に有意差はない  $\chi^2(1,N=155)=0.31, p=0.58, \chi^2(1,N=105)=0.17, p=0.68$
  - 多くの exercise を受ける学生はゲーミングをよく行う  $\chi^2(1,N=388)=24.33, p<0.001$

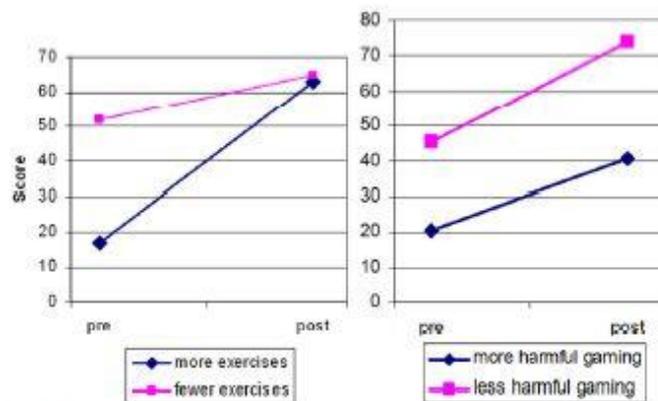


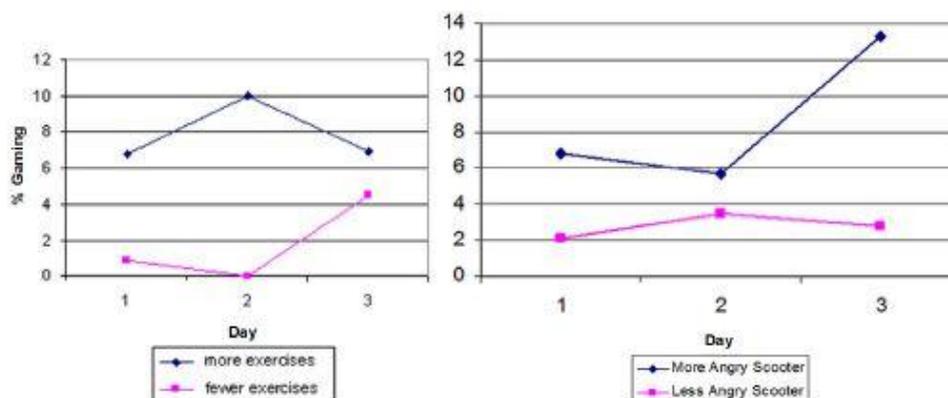
Fig. 4. Left: The Learning Gains Associated With Receiving Different Levels of Supplemental Exercises From Scooter (Top Third versus Other Two Thirds). Right: The Learning Gains Associated With Different Levels of Harmful Gaming, in the Control Condition (Top Half of Harmful Gaming Versus Other Students)

**Table 1.** Learning gains for students who received large numbers of supplementary exercises from Scooter, and for students who did not use Scooter and engaged in more than the median amount of harmful gaming, among harmful gamers. All students used the same lesson on Scatterplots

Group	Learning Gain
Experimental condition: more supplementary exercises	46 points
Control condition: more harmful gaming	20 points
2004: more harmful gaming [e.g. 5]	18 points
2003: more harmful gaming [e.g. 7]	25 points

#### 4.2 Expressions of Anger

- 中央値の生徒は Scooter の怒りを時間の 13% 見た。もっとも多くの怒りを見た生徒は時間の 38% で見ている。
- 多くの Scooter の怒りを見た生徒は平均的に有意な学習収穫はなかった (the top quartile to the other students,  $t(37)=0.48$ ,  $p=0.63$ , effect size =0.20s<sub>2</sub>, the top third,  $t(37)=0.16$ ,  $p=0.87$ , or the top half,  $t(37)=0.15$ ,  $p=0.88$ )
- Scooter の怒りとゲーミングの頻度の現象には関連なし (図 5 右)。
- Scooter の怒りを見た生徒 (上位 4 分の 1) の日程による変化はなし。
  - 1 - 2 日  $\chi^2(1,N=79)= 0.04$ ,  $p=0.84$  と 2 - 3 日  $\chi^2(1,N=50)= 0.83$ ,  $p=0.36$



**Fig. 5.** Observed Gaming Over Time, in the Experimental Condition

#### 5 Conclusions

- ”Scooter the Tutor”を開発
- 多くの Supplementary exercise を受けた生徒は学習利得があった。そして授業後半で追いつけた
  - 先行研究や統制条件に見られたような、ゲーミングをする学生はプレテストが低くポストテストでさらに落ちてしまうというものではない。
  - 生徒は既知のステップでゲーミングをしがちである。
- 生徒が困難を抱えているかどうかについて多くを学ぶ機会として生徒にゲーミングをするという選択が利用できるのではないか
  - とても難しいと感じたステップにおいて追加的な学習サポートをしたことによってスコアが上がっているから。
- 本研究のシステムはゲーミングの減少に関連があったのかは明確ではない。
  - Scooter の怒りを多く見た生徒、exercise を多く受け取った生徒どちらもゲーミングを次第に減少することはなかった。
- ゲーミングに反応することで、低い能力の生徒を残りの授業時間で追いつけさせることができる。そしてすべての生徒が達成することを支援するシステムの開発は近づいてきた。