

שיפור מודלים חשיבתיים של לומדים מתחילים בעזרת קונפליקט קוגניטיבי והמחשות ויזואליות בסביבת ג'ליוט

Improving the Mental Models Held by Novice Programmers Using
Cognitive Conflict and Jeliot Visualisations

Linxiao Ma, John Ferguson, Marc Roper, Isla Ross, Murray Wood

המאמר השלם ניתן להורדה בכתובת:

<http://db.grinnell.edu/sigcse/iticse2009/Program/viewAcceptedProposal.asp?sessionType=paper&sessionNumber=57>

הוצג בכנס ITiCSE שהתקיים בפריז צרפת 2009

מחקרים קודמים הצביעו על קשיים של לומדים מתחילים בהבנת מושגי תכנות בסיסיים. מחקר קודם של מחברי המאמר מצא שניתן לסייע ללומדים מתחילים בבניית מודלים מנטליים מתאימים בעזרת שילוב של קונפליקטים קוגניטיביים יחד עם ויזואליזציה של תכניות. המאמר מציג מפת דרכים של מושגי מפתח (concepts roadmap). המפה הזו מספקת גישה מובנית ללמידה של מושגי תכנות ומאפשרת ללומדים לבנות ידע בסיסי. מחקר הערכה של הגישה הזו חשף מספר ממצאים: קל להשתמש בסביבת ג'ליוט כדי להמחיש מושגי יסוד, מצאו עדויות לכך שסטודנטים בקורס המבוא במדעי המחשב נאבקים לפתח הבנה מתאימה של מושגי היסוד בתכנות, מצאו עדויות לכך שהגישה המוצעת (שילוב של קונפליקטים קוגניטיביים יחד עם ויזואליזציה) יכולה לסייע לסטודנטים לפתח הבנה מתאימה של מושגי יסוד בתכנות.

הקדמה

מחקרים רבים מצביעים על השגים נמוכים של סטודנטים הלומדים מדעי המחשב. יתכן שזו אחת הסיבות לאחוזי הנשירה הגבוהים (30%-50%) מקורסים במדעי המחשב. למרות שקשיים בפתרון בעיות נתפסים כסיבה המרכזית לכשלון בלימוד המקצוע, מחקרים קודמים מצאו שלסטודנטים יש הרבה פעמים הבנה שגויה דווקא במושגי המפתח בתכנות. התופעה הזו יכולה להצביע על גורם נוסף לקשיים של הסטודנטים בפתרון בעיות. ממצאי המחקרים האלה מצביעים על כך שגישת ההוראה המסורתית במדעי המחשב אינה מצליחה להבטיח שהסטודנטים יפתחו מודלים מתאימים. המודלים האלה הם למעשה המבנים הקוגניטיביים שתומכים בפעילויות החשיבה האנושיות. מחקר קודם של מחברי המאמר מצא שלסטודנטים רבים יש מודלים שגויים של מושגי היסוד גם לאחר קורס של שנה שלמה (לפי ההוראה המסורתית).

כדי לשפר את ההבנה של הסטודנטים בקורס המבוא במדעי המחשב פיתחו מחברי המאמר גישת למידה משולבת: מחד, שימוש באסטרטגיה של קונפליקטים קוגניטיביים (כדי לאתגר את התפיסות המוקדמות של הסטודנטים, לעודד אותם להכיר בשגיאות שיש בהבנה שלהם וכדי להביא אותם לחיפוש אחר שיפורים למודלים השגויים שלהם). ובמקביל, שימוש בויזואליזציה של תכניות (אנימציה של חלקי תכניות שמדגימים מושגי מפתח). בדיקה ראשונית של הגישה הזו הצביעה על עלייה במוטיבציה של הסטודנטים לבנות מודלים מוצלחים יותר.

הסביבה שפותחה על יד מחברי המאמר מבוססת על מפת הדרכים של מושגי היסוד בקורס המבוא במדעי המחשב ומשתמשת בקונפליקטים קוגניטיביים כדי לעורר את העניין של הסטודנטים במושגי היסוד, ובמיוחד כדי להדגיש בפניהם חוסר הבנה פוטנציאלי של המושגים. בסביבה יש שימוש גם בויזואליזציות כדי לסייע לסטודנטים לפתח הבנה מתאימה.

כדי לבדוק את יעילות הגישה המוצעת נערך מחקר מקיף. הממצאים העיקריים של המחקר: הכח של סביבת גילויט הוא בקלות שניתן להשתמש בה כדי להמחיש מגוון רחב של מושגי מפתח; לסטודנטים מתחילים היו קשיים לפרש הבטים מסוימים של הויזואליזציות; הסתבר (פעם נוספת) שללומדים מתחילים יש מודלים שגויים בהרבה מושגי מפתח גם בסוף שנת הלימודים הראשונה שלהם (כולל תנאים, לולאות, תחום קיום scope, העברת פרמטרים, והפניות).

עבודות דומות וסקר ספרות

ההשראה למחקר הנוכחי מבוססת על מחקר קודם של Dehnadi & Bornat שבדקו מודלים מנטליים של לומדים מתחילים ביחס להוראות השמה. מחברי המאמר בדקו את בוגרי קורס המבוא במדעי המחשב ומצאו שרק לשני שלישי מהסטודנטים האלה היו מודלים טובים של השמה ורק ל-17% מהסטודנטים היה מודל טוב של השמת הפניות (object reference assignment).

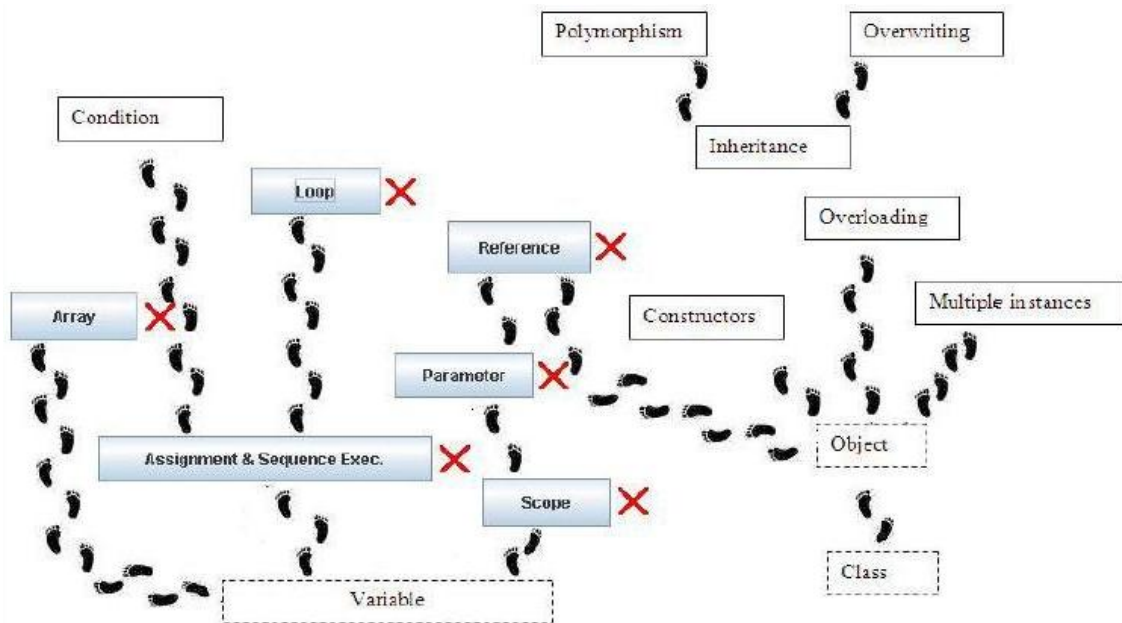
כאמור, גישת הלמידה שמוצעת במאמר מבוססת על שילוב של קונפליקטים קוגניטיביים יחד עם ויזואליזציות. הקונפליקט הקוגניטיבי "נכנס לפעולה" כאשר נראה שלסטודנטים יש חוסר הבנה של מושג מסוים, כדי לאתגר את ההבנה הנוכחית שלהם ולעודד אותם לשנות אותה. אבל קונפליקט קוגניטיבי כשלעצמו אינו מספיק כדי להשיג שינוי בהבנה. הסטודנטים חייבים לקבל תמיכה ביצירת המודלים החדשים והמושגים צריכים להיות מוצגים בסדר ובאופן שיאפשר בנייה נכונה. זו לא משימה קלה כיוון שלמתחילים אין ידע בסיסי חיוני לבניית מודלים של מושגי תכנות. זו גם הסיבה שהם משתמשים באופן שגוי בידע קודם או מאמצים מודלים אינטואיטיביים (שגויים). בעבר היו כבר מספר הצעות (כמו זו של מוטי בן ארי) להתמודד עם הבעיה הזו בעזרת ויזואליזציות מתאימות. הגישה שמוצעת במאמר מבוססת על 4 שלבים:

- שלב מוקדם: בדיקת המודלים המנטליים המוקדמים שיש לסטודנטים וזיהוי מודלים שגויים אופייניים.
- שלב הקונפליקט הקוגניטיבי: גירוי הסטודנטים בעזרת ארוע שיאתגר את המודלים הקיימים שלהם וידחוף אותם למצב של קונפליקט קוגניטיבי.
- שלב בניית המודל: שימוש בויזואליזציות כדי לסייע לסטודנטים בבניית מודלים יציבים.
- שלב היישום: הסטודנטים ממשיכים לפתרון בעיות תכנות תוך שימוש במודלים שבנו.

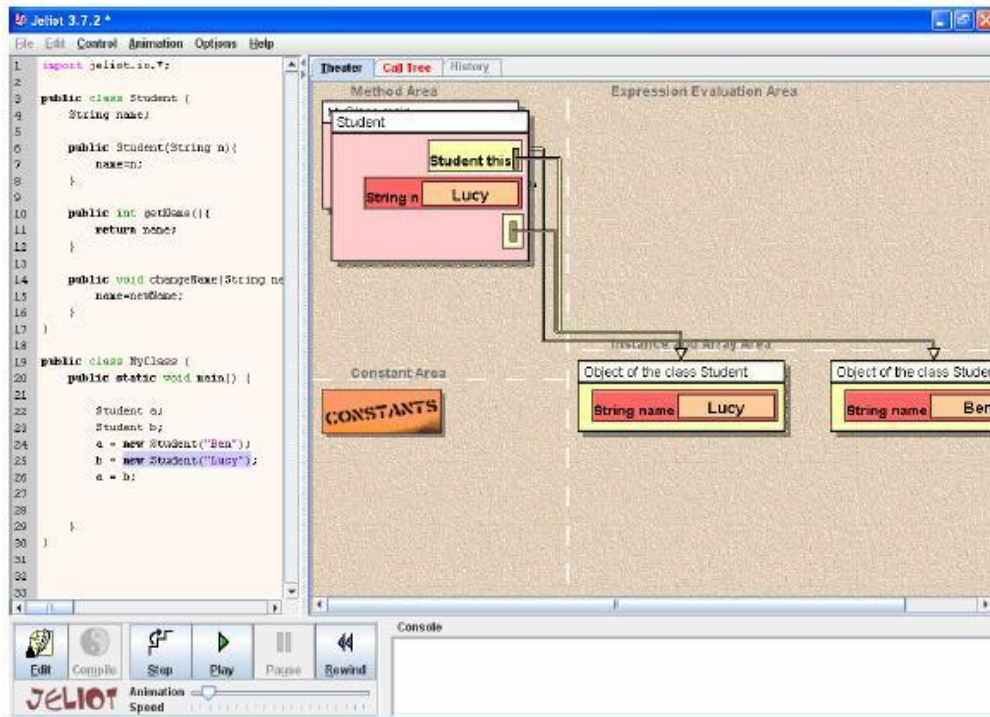
סביבת הלמידה

מחקרים קודמים הצביעו על כך שסטודנטים לא יוכלו להבין מושג אם חסר להם הידע הבסיסי שמתחתיו. למשל, לפני שלומדים על העברת פרמטרים צריך ללמוד קודם לכן על תחום קיום (scope). כאשר סטודנט נכנס למערכת שמתוארת במאמר, מוצגת בפניו מפת דרכים של מושגי מפתח (ראה תמונת מסך בהמשך) שהסטודנט חייב להכיר אותם. סימון x אדום מציין שהסטודנט עוד לא השלים את ההבנה של המושג. סימון ירוק מציין שהסטודנט השלים את הבנת המושג. סדר לימוד המושגים מיוצג על ידי סימון של טביעות רגליים בתוך מפת הדרכים.

לכל מושג במפת הדרכים יש אוסף תרגילים (שכולם מיועדים לעורר קונפליקטים קוגניטיביים) וכן ויזואליזציות מתאימות ושאלה שנועדה לבחון את הידע הסופי של הסטודנט ביחס למושג הנבדק. השאלה הזו מבקשת מהסטודנט לבצע (מחשבתית) קטע תכנית ולצפות מה תהיה התוצאה. אם תשובת הסטודנט שגויה אזי הוא מקבל הודעה מתאימה ואז הוא מתבקש להריץ ויזואליזציה של קטע הקוד (בגיליוט). לאחר מכן נבחנת שוב ההבנה של הסטודנט על אותו מושג אבל עם קטע קוד אחר וערכים שונים.



תמונת מסך : מפת הדרכים של מושגי המפתח



תמונת מסך : סביבת גיליוט (המחשת השמה של הפניות)

מחקר הערכה של הגישה המוצעת

מחקר אחד בדק את השימוש בגישה המוצעת תוך דגש על תנאים ולולאות. המחקר השני התמקד ב-scope והעברת פרמטרים. המחקר השלישי ערך השוואה בין שתי גישות ויזואליות (bespoke וגיליוט).

תנאים ולולאות

השתתפו במחקר 44 סטודנטים שלמדו בקורס ג'אווה בסיסי (בסביבת BlueJ). המחקר נערך בשבוע ה-14 של הקורס (קצת לאחר שלמדו על תנאים ולולאות) והסטודנטים קיבלו שלוש משימות: תנאי פשוט שאחריו הוראת increment אחת (שניהם בתוך לולאה), תנאי פשוט מקונן בתוך לולאה (בלי קשרים ביניהם), ולולאה פנימית מקוננת בתוך לולאה חיצונית כאשר הגבול העליון של הלולאה הפנימית מנוהל ע"י משתנה לולאה של הלולאה החיצונית. 10 מבין 44 המשתתפים הצליחו בכל המשימות. ל-34 האחרים היתה לפחות שגיאה אחת (סה"כ נמצאו 10 מודלים שגויים). אולם המבחנים הסופיים הראו ש-22 מתוך 34 המשתתפים שינו את המודל השגוי שהיה להם למודל נכון אחרי השימוש בויזואליזציה.

תחום קיום (scope) והעברת פרמטרים

במחקר שהתקיים בשבוע ה-16 של הקורס השתתפו 27 סטודנטים (מאותו קורס). הם קיבלו שני תרגילים על תחום קיום ושני תרגילים על העברת פרמטרים. רק ל-5 מבין 27 הסטודנטים היה מודל נכון של תחום קיום ורק ל-9 סטודנטים היה מודל נכון של העברת פרמטרים. גם כאן, רוב הסטודנטים שהתחילו עם מודלים שגויים הצליחו לבנות מודל נכון לאחר השימוש בויזואליזציה.

השמה של הפניות

במחקר שהתקיים בשבוע ה-20 של הקורס, השתתפו 11 סטודנטים (מאותו קורס) ו-6 מתוכם הצליחו לתקן את המודל השגוי שלהם.

סיכום

ממצאי המחקר מחזקים ממצאים של מחקרים קודמים: לסטודנטים מתחילים רבים יש הבנה רעועה של מושגי מפתח גם בסיום קורס המבוא. כמו כן, המחקר הצליח להוכיח שהגישה המוצעת במאמר מצליחה לסייע להרבה סטודנטים.