

Entwicklung und Evaluation von fehlerspezifischem computerbasiertem Feedback (FCF) für kompetenzorientierte Programmieraufgaben

Matthias Längrich

Professur für Produktionswirtschaft und Informationstechnik

matthias.laengrich@mailbox.tu-dresden.de

Abstract: Eine Kompetenz beschreibt im Kontext eines Lehr-/Lernprozesses fachliche und fachübergreifende Basisqualifikationen. Als latente Fähigkeit kann sie jedoch nicht direkt beobachtet werden. Eine indirekte Beobachtung ist möglich, indem sie durch eine Menge valider Aufgaben beschrieben wird, die nur erfolgreich bearbeitet werden können, wenn die Kompetenz existiert. Werden diese Aufgaben durch einen Lernenden bearbeitet, so liefert ihm das Ergebnis der Bearbeitung ein unmittelbares Feedback über seinen aktuellen Lernerfolg. Der Lehr-/Lernprozess verhält sich dabei wie ein Regelkreis, in dem das Feedback als Regelgröße Einfluss auf verschiedene Aspekte des Lernens nimmt, zum Beispiel die Motivation. Wurde eine Aufgabe nicht korrekt gelöst, wünschen sich die Lernenden Feedback, welches ihnen hilft, das Problem zu erkennen, zu verstehen und zu lösen. Dabei kann sie ein Tutor unterstützen. Betreut der Tutor jedoch mehrere Lernende gleichzeitig, zum Beispiel während einer Übung, kann es zu einer Verringerung der individuellen Betreuungszeit kommen. Dadurch fällt es dem Tutor schwerer, ein individuelles, ausführliches und sofortiges Feedback im Anschluss an die Aufgabenbearbeitung zu geben. Es wird anhand mehrerer empirischer Studien untersucht, ob zuvor entwickeltes FCF einen Beitrag zur Bewältigung dieser Herausforderung bei kompetenzorientierten Programmieraufgaben leisten kann.

Problemstellung und Ziele

Computerbasierte Lernumgebungen in der Grundlagen-Programmierausbildung (z.B. [LMS05]) unterstützen den Lehr-/Lernprozess, indem der Lernende kompetenzorientierte Programmieraufgaben während einer Übung bearbeitet und deren Lösung von der Lernumgebung prüfen lässt. Auf diese Weise kann er sein Arbeitstempo individuell gestalten und muss sich nicht dem Lerntempo der Übungsgruppe anpassen. Allerdings beschränkt sich das Feedback solcher Lernumgebung oft auf einfaches „richtig“ oder „falsch“-Feedback. Das Potential eines fehlerspezifischen computerbasierten Feedbacks, welches dem Lernenden auf den Ort des Fehlers

aufmerksam macht, die Art des Fehlers individuell beschreibt und seine Motivation fördert, wird zu wenig genutzt. Zu oft ist der Lernende darauf angewiesen, diese Art von Feedback von einem Tutor zu erhalten und ist aufgrund dessen begrenzter Verfügbarkeit gezwungen, Wartezeiten und kurze individuelle Betreuungszeiten zu akzeptieren. Es ist das Ziel dieser Arbeit, einen wissenschaftlichen Diskussionsbeitrag auf die Frage zu liefern, ob FCF den Erwerb von Fertigkeiten zum Lösen kompetenzorientierter Programmieraufgaben unterstützt.

Stand Forschung

Eine Kompetenz ist „[eine] Menge von Aufgaben, die man ausführen kann, wenn man die betreffende Kompetenz besitzt“ [SA12, S. 38]. Zur Lehrzielbestimmung wird eine Kompetenzanalyse durchgeführt, die festlegt, welche Kompetenzen zu welchem Grad angestrebt werden [SGH02]. Da Kompetenzen latente Eigenschaften und dadurch nicht direkt beobachtbar sind, bedarf es verschiedener Aufgabenformen (z.B. [LS06; LSAG13]), die valide zu den angestrebten Kompetenzen sind. Das Bearbeiten der Aufgaben durch die Lernenden (Performanz) und die Begutachtung des Ergebnisses durch den Lehrenden zeigt den Kompetenzgewinn und bietet die Möglichkeit einer Evaluation [SA12].

Nach Abschluss der Aufgabenbearbeitung erwartet der Lernende ein Feedback. „The word feedback means the communication from the external environment to a target system (or to a target individual agent) of the results of the system (agent) actions on the environment“ [BN12, S. 1282]. Alternativ formuliert ist Feedback die durch die Lernumgebung dem Lernenden nach (teilweise) abgeschlossener Bearbeitung einer Aufgabe bereitgestellte Information [Mo96]. Feedback ist stets Teil eines Interaktionsprozesses des Lernenden mit seiner Umgebung, der sich wie ein Regelkreis verhält [Na06]. Ein Messwert (Istwert) wird mit einem Sollwert verglichen und die daraus resultierende Differenz wird einem Regler übermittelt. Dieser korrigiert die Stellgröße derart, dass eine Annäherung an den Sollwert erfolgt. Dieser Prozess ist permanenten Störungen ausgesetzt. Schließlich wird der Istwert erneut gemessen und der Prozess beginnt von neuem [Sc07]. Feedback wird als einer der bedeutendsten Faktoren angesehen, die einen Einfluss auf den Lehr-/Lernprozess haben [HT07, S. 81].

Feedback kann grob in einfaches und elaboriertes Feedback unterteilt werden [Na06, S. 23]. Die Befundlage zur Wirksamkeit elaborierten Feedbacks ist inkonsistent (siehe [AB95; DL93]). In vielen Feedback-Studien wird lediglich einfaches Feedback für Aufgaben mit eindeutiger Lösung untersucht [Na12]. Bereits einfaches Feedback ist

besser als gar keines ([CI93; AB95; SLM07]). Auf elaboriertes Feedback wird häufig verzichtet [BN12]. Als Ursache wird vermutet, dass die Erstellung elaborierten Feedbacks eine große Herausforderung darstellt [Na13]. Aber auch neutrale [Kul85] bis negative [BN12] Auswirkungen von Feedback wurden beobachtet.

Fragestellung und Hypothesen

Profitiert der Lernende von FCF beim Lösen kompetenzorientierter Programmieraufgaben? Beobachtet werden die Anzahl erreichter Punkte sowie eine Gegenüberstellung der Vor- und Nachtestleistung. Durch die Lernenden wird berichtet, ob und wie stark sie durch das FCF bei der Aufgabenbearbeitung unterstützt wurden. In der Treatmentphase kann beobachtet werden, dass Lernende, die FCF erhalten (Treatment-Gruppe), in der gegebenen Zeit signifikant mehr Aufgabenpunkte erzielen als jene, die gar kein Feedback erhalten (Kontrollgruppe). Im Nachtest, in dem keine Gruppe Feedback erhält, kann beobachtet werden, dass die Treatment-Gruppe weiterhin signifikant mehr Aufgabenpunkte erzielt, als die Kontrollgruppe. Die Lernenden der Treatmentgruppe sind der Auffassung, dass sie durch das FCF beim Lösen der gegebenen Aufgaben unterstützt wurden, obwohl ihnen die Lösung nicht präsentiert wurde. Die Lernenden der Kontrollgruppe wünschen sich Feedback.

Methodisches Vorgehen

Als Versuchspersonen dienen etwa 60 Erstsemester-Studierende der Fakultät Maschinenwesen der Hochschule Zittau/Görlitz. Die Lernenden werden zufällig auf die Treatment- und die Kontrollgruppe verteilt. Die Studie wird anhand eines Vortest-Nachtest-Vergleichsgruppen-Plans [BD02] durchgeführt. Anschließend werden die Daten einer explorativen Datenanalyse (vgl. [BD02, S. 376]) unterzogen.

Die zu erforschende unabhängige Variable ist die Feedback-Bedingung. Als Kontrollvariablen werden sowohl das aufgabenspezifische Vorwissen als auch das aufgabenspezifische Selbstkonzept erhoben. Abhängige Variablen sind die Treatment- sowie Nachtestleistung, beide operationalisiert durch die Anzahl erzielter Aufgabenpunkte, sowie der Korrekturwahrscheinlichkeitsindex [PB89, S. 101], mit dem aufgezeigt wird, wie viele Lernende sich im Vergleich zum Vortest verbessern konnten. Als weitere abhängige Variable wird die Motivation erfasst, operationalisiert über Items eines Fragebogens.

Durch den Vortest wird die Kontrollvariable „aufgabenspezifisches Vorwissen“ erfasst. Es schließt sich die Vorbefragung an, in der die Kontrollvariable „aufgaben-

spezifisches Selbstkonzept“ erhoben wird. In der Treatmentphase wird die abhängige Variable „Treatmentleistung“ erhoben. Beide Gruppen erhalten identische Aufgaben, allerdings erhält die eine Gruppe kein Feedback (KF), die andere jedoch FCF. In der Nachbefragung wird für die Treatment-Gruppe die abhängige Variable „Motivation“ erhoben. Die Kontrollgruppe erhält einen modifizierten Fragebogen, der ermitteln soll, ob sich die Lernenden bei der Bearbeitung der Aufgaben FCF gewünscht hätten. Im Nachtest arbeiten beide Gruppen wieder unter identischen Bedingungen und erhalten kein Feedback. Im Anschluss kann die abhängige Variable „Nachtestleistung“ sowie der Korrekturwahrscheinlichkeitsindex ermittelt werden. Die Ergebnisse der Studien werden im Rahmen dieser Dissertation publiziert.

Literaturverzeichnis

- [AB95] Azevedo, R; Bernard, R M. A meta-analysis of the effects of feedback in computer-based instruction. *Journal of Educational Computing Research*, 13(2):111-127, 1995.
- [BD02] Bortz, J; Döring, N. *Forschungsmethoden und Evaluation*. 2. Auflage, Springer, Heidelberg, 2002.
- [BN12] Boero, R; Novarese, M. Feedback and Learning. In Seel, N (Hrsg.) *Encyclopedia of the Learning Sciences*, S. 1282-1285. Springer Science & Business Media, LLC, New York, 2012.
- [CI93] Clariana, R B. A review of multiple-try feedback in traditional and computer-based instruction. *Journal of Computer-Based Instruction*, 20(3):67-74, 1993.
- [DL93] Dempsey, J V; Litchfield, B C. Feedback, retention, discrimination error, and feedback study time. *Journal of Research on Computing in Education*, 25(3):303-326, 1993.
- [Kul85] Kulhavy, R W; White, M T; Topp, B W; Chan, A L; Adams, J. Feedback complexity and corrective efficiency. *Contemporary Educational Psychology*, 10(3):285-291, 1985.
- [LMS05] Längrich, M; Meyer, A; Schulze, J. Der Funktions-Fragment-Checker: eine effektive Übungsumgebung für C#-Programmieranfänger: In Klaus P. Jantke, Klaus-Peter Fähnrich und Wolfgang S. Wittig (Hrsg.) *Marktplatz Internet: Von e-learning bis e-Payment*, S. 297-302. Leipzig, 2005.
- [LS06] Längrich, M; Schulze, J. A Systematic Approach to Immediate Verifiable Exercises in Undergraduate Programming Courses. In *36th Annual Frontiers in Education Conference*, S. 1112-1116, Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), San Diego, 2006.
- [LSA13] Längrich, M; Schulze, J; Azizi Ghanbari, S. *Anwendung eines allgemeinen Aufgabenbeschreibungsformates auf die Imperative Programmierung*. *grkg Humankybernetik*, 54(2):64-76, 2013.

- [Mo96] Mory, E H. Feedback research. In Jonassen, D H (Hrsg.) *Handbook of research for educational communications and technology*, S. 919-956. Simon & Schuster Macmillan, New York, 1996.
- [Na06] Narciss, S. *Informatives tutorielles Feedback*. Waxmann, Münster, 2006.
- [Na12] Narciss, S. Feedback in instructional contexts. In: Seel, N. (Hrsg.) *Encyclopedia of the Learning Sciences*, F(6):1285-1289. Springer Science & Business Media, LLC, New York, 2012.
- [Na13] Narciss, S. Designing and Evaluating Tutoring Feedback Strategies for digital learning environments on the basis of the Interactive Tutoring Feedback Model. *Digital Education Review*, 23:7-26, 2013.
- [PB89] Phye, G D; Bender, T. Feedback complexity and practice: Response pattern analysis in retention and transfer. *Contemporary Educational Psychology*, 14:97-110, 1989.
- [SA12] Schott, F; Azizi Ghanbari, S. Bildungsstandards, *Kompetenzdiagnostik und kompetenzorientierter Unterricht zur Qualitätssicherung des Bildungswesens*. Waxmann, Münster, 2012.
- [Sc07] Schulz, G. *Regelungstechnik 1: Lineare und Nichtlineare Regelung, Rechnergestützter Reglerentwurf*. Oldenbourg, München, 2007.
- [SGH02] Schott, F; Grzondziel, H; Hillebrandt, D. UCIT – instruktionstheoretische Aspekte zur Gestaltung und Evaluation von Lern- und Informationsumgebungen. In L. Issing, und P. Klimsa, Hrsg., *Information und Lernen mit Multimedia*, S.179-197. Beltz PVU, Weinheim.
- [SLM07] Schulze, J; Längrich, M; Meyer, A. The success of the Demidovich-Principle in undergraduate C# programming education. In *37th Annual Frontiers in Education Conference*, S. 1051-1056. Milwaukee, 2007.



Dipl.-Inf. (FH) Matthias Längrich, ist IT-Projektleiter eines Hamburger Handelskonzerns und erforscht seit 2012 erziehungswissenschaftliche sowie lernpsychologische Konzepte mit Hilfe informatischer Werkzeuge.

Dieser Beitrag ist erschienen in: Thorsten Claus und Niels Seidel (Hrsg.), *Werkstatt europäischen Denkens – 20 Jahre Internationales Hochschulinstitut Zittau*, TUDpress, Dresden, 2014. Online verfügbar: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:14-qucosa-152319>.