

Jakub Swacha

Nauczanie programowania jako e-usługa : aspekty technologiczne i ekonomiczne

Ekonomiczne Problemy Usług nr 106, 251-263

2013

Artykuł został opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

JAKUB SWACHA

Uniwersytet Szczeciński

**NAUCZANIE PROGRAMOWANIA JAKO E-USŁUGA
– ASPEKTY TECHNOLOGICZNE I EKONOMICZNE**

Wprowadzenie

Programowanie komputerów uważane jest powszechnie za przedmiot trudny w nauce¹. Potwierdzają to wyniki międzynarodowych badań, które ukazują zaskakująco niski poziom umiejętności programistycznych studentów po ukończeniu pierwszego semestru kursu programowania².

Problem ten spotkał się z zainteresowaniem środowiska naukowego: sklasyfikowano typowe błędy pojęciowe popełniane przez studentów³, zdiagnozowano liczne bariery w nauczaniu programowania⁴, zidentyfikowano

¹ M.E. Caspersen, J. Bennedsen, *Instructional design of a programming course: A learning theoretic approach*, w: *Proceedings of the Third International Workshop on Computing Education Research*, ACM, Nowy Jork 2007.

² M. McCracken, V. Almstrum, D. Diaz, M. Guzdial, D. Hagan, Y.B.-D. Kolikant, C. Laxer, L. Thomas, I. Utting, T. Wilusz, *A multinational, multi-institutional study of assessment of programming skills of first-year CS students*, „ACM SIGCSE Bulletin” 2001, No. 33 (4), s. 125–140.

³ L.C. Kaczmarczyk, E.R. Petrick, J.P. East, G.L. Herman, *Identifying student misconceptions of programming*, w: *Proceedings of the 41st ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, ACM, Nowy Jork 2010, s. 107–111.

⁴ C. Rogerson, E. Scott, *The Fear Factor: How It Affects Students Learning to Program in a Tertiary Environment*, „Journal of Information Technology Education” 2010, No. 9, s. 147–171.

skuteczne sposoby radzenia sobie przez studentów z problemami w nauce⁵, a przede wszystkim zaproponowano szereg innowacyjnych rozwiązań w zakresie programów nauczania⁶, doboru materiałów dydaktycznych⁷ oraz metod⁸ i narzędzi nauczania⁹. Proponowane rozwiązania różnią się tak charakterem, jak i stopniem oryginalności – począwszy od oparcia kursu na projekcie grupowym¹⁰, poprzez dobór nauczanego języka programowania do preferencji studentów¹¹, poszerzenie nauczanych treści o elementy innych przedmiotów¹², na wykorzystaniu gier¹³ i tańca¹⁴ skończywszy.

Opanowanie podstaw programowania nie stanowi jednak końca nauki: według Leona E. Winsłowa potrzeba około dziesięciu lat, by początkujący

⁵ R. McCartney, A. Eckerdal, J.E. Moström, K. Sanders, C. Zander, *Successful students' strategies for getting unstuck*, w: *Proceedings of the 12th Annual SIGCSE Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*, ACM, New York 2007.

⁶ J. Swacha, *Nowe rozwiązania w dydaktyce programowania komputerów*, w: *Edukacja w przebiegu życia. Od dzieciństwa do starości*, red. M. Kowalski, A. Olczak, Impuls, Kraków 2010, s. 115–126.

⁷ E. Lahtinen, K. Ala-Mutka, H.M. Järvinen, *A study of the difficulties of novice programmers*, w: *Proceedings of the 10th Annual SIGCSE Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*, ACM, New York 2005, s. 14–18.

⁸ M. Hu, M. Winikoff, S. Cranefield, *Teaching Novice Programming Using Goals and Plans in a Visual Notation*, w: red. M.D. Raadt, A. Carbone, *Proceedings of the Australasian Computing Education Conference*, ACS, Darlinghurst 2012, s. 43–52.

⁹ A. Gomes, A.J. Mendes, *An environment to improve programming education*, w: *Proceedings of the 2007 International Conference on Computer Systems and Technologies*, ACM, New York 2007.

¹⁰ M. Shepperd, *Group project work from the outset: An in-depth teaching experience report*, w: *Software Engineering Education and Training*, red. J.B. Thompson, E. O. Navarro, D. Port, IEEE-CS, Honolulu 2011, s. 361–370.

¹¹ K. Muszyńska, J. Swacha, *Python and C#: a comparative analysis from students' perspective*, „*Annales UMCS, Informatica*” 2011, 11 (1), s. 89–101.

¹² M.W. Corney, D.M. Teague, R.N. Thomas, *Engaging students in programming*, w: *12th Australasian Computing Education Conference*, red. T. Clear, J. Hamer, ACS, Brisbane 2010, s. 63–72.

¹³ C. Kazimoglu, M. Kiernan, L. Bacon, L. Mackinnon, *Developing a game model for computational thinking and learning traditional programming through game-play*, w: *Proceedings of World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education*, red. J. Sanchez, K. Zhang, ACE, Chesapeake 2010, s. 1378–1386.

¹⁴ Z. Katai, L. Toth, *Technologically and artistically enhanced multi-sensory computer-programming education*, „*Teaching and Teacher Education*” 2010, No. 26 (2), s. 244–251.

programista stał się ekspertem¹⁵. Oznacza to konieczność kontynuowania nauki po zakończeniu studiów. Jest to możliwe poprzez uczestnictwo w studiach podyplomowych i specjalistycznych kursach, a także poprzez naukę samodzielną. Stąd trudna do przecenienia na tym polu jest rola edukacji zdalnej, w szczególności z wykorzystaniem Internetu.

W niniejszym artykule podjęto temat świadczenia e-usługi polegającej na nauczaniu programowania. Dyskusji poddane zostaną wyłącznie aspekty technologiczne i ekonomiczne tego rozwiązania. Aspekty merytoryczne, odnoszące się do sposobu organizacji kursu oraz jego zalecanego zakresu tematycznego, nie będą tu poruszane, są one jednak przedmiotem wcześniejszych opracowań tego samego autora¹⁶.

Każde rozważania wymagają wcześniejszego uporządkowania pojęć, szczególnie gdy, tak jak w tym przypadku, bywają one interpretowane na różne sposoby. Dlatego pierwszą część artykułu poświęcono właśnie zdefiniowaniu podstawowych pojęć. W części drugiej opisano specyficzne aspekty technologiczne świadczenia e-usługi, polegającej na nauczaniu programowania, a w części trzeciej zwrócono uwagę na kontekst ekonomiczny takiego przedsięwzięcia, identyfikując koszty niezbędne do przygotowania i świadczenia takiej e-usługi oraz potencjalne źródła przychodów, uwzględniając przy tym różne modele odpłatności za korzystanie z e-usługi. Następnie opisano przykładowe portale e-nauczania oferujące kursy programowania. Artykuł kończy krótkie podsumowanie.

¹⁵ L.E. Winslow, *Programming pedagogy – A psychological overview*, „SIGCSE Bulletin” 1996, No. 28 (3), s. 18.

¹⁶ J. Swacha, P. Baszuro, *Gamification-based e-learning platform for computer programming education*, w: *Learning while we are connected*. Volume 1: *Research papers*, red. N. Reynolds, M. Webb, Wydawnictwo Naukowe UMK, Toruń 2013, s. 122–130; *idem*, *Wybór nauczanego języka programowania w kontekście kompetencji absolwenta na rynku pracy*, w: *Edukacja techniczna na rynku pracy*, red. G. Andrzejewski, W.A. Sysło, Wyd. PWSZ w Gorzowie Wielkopolskim, Gorzów Wielkopolski 2011, s. 45–54.

1. E-nauczanie i e-usługa

Wzorując się na J. Osieckiej-Chojnackiej, w niniejszym opracowaniu termin e-nauczanie traktowany będzie jako polski odpowiednik angielskiego terminu e-learning¹⁷. Choć nie jest to przekład dokładny, trudno znaleźć lepszy, ponieważ termin e-nauka wprowadzałby dwuznaczność (tak samo tłumaczy się angielski termin e-science o zupełnie innym zakresie pojęciowym), podobnie e-edukacja, którym to terminem literatura polskojęzyczna często posługuje się jako synonimem e-learningu¹⁸, jest raczej tłumaczeniem terminu e-education, również odrębnego pojęciowo (e-edukacja wykorzystuje e-nauczanie, ale sięga też po inne metody, a samo e-nauczanie funkcjonuje też poza e-edukacją)¹⁹.

Istnieje wiele definicji e-nauczania²⁰. Wśród definicji oficjalnych na uwagę zasługuje ta opublikowana w wydanym przez Komisję Europejską planie działania w obszarze e-nauczania, gdzie pojęcie to zostało zdefiniowane jako „użycie nowych technologii multimedialnych i Internetu w celu poprawy jakości uczenia poprzez zapewnienie dostępu do zasobów i usług, a także możliwości zdalnej wymiany i współpracy”²¹. O wiele prostszą, a jednocześnie bardzo udaną definicję zaproponowali B. Holmes i J. Gardner, według których e-nauczanie to „dostęp online do zasobów służących do nauki, skądkolwiek i w dowolnej chwili”²².

Z powyższej krótkiej definicji nie należy jednak wyciągać mylnego wniosku, że e-nauczanie odnosi się wyłącznie do nauki samodzielnej, bez udziału nauczyciela lub mentora. Jest to tylko jedna z odmian e-nauczania, nauczanie sterowane przez uczącego się (*learner-led e-learning*), obok nauczania prowadzonego przez instruktora (*instructor-led e-learning*) i nauczania wspomaganego przez instruktora (*facilitated e-learning*)²³.

¹⁷ J. Osiecka-Chojnacka, *E-szkola*, „Studia BAS” 2009, nr 3 (19), s. 197.

¹⁸ Zob. np.: A. Dąbrowska, M. Janoś-Kresło, A. Wódkowski, *E-usługi a społeczeństwo informacyjne*, Difin, Warszawa, 2009.

¹⁹ J.M. Broekman, M.H. Foxx, *Binding Words Unfolding Selves*, Universe, Bloomington, 2008, s. 41.

²⁰ Zob. np.: B. Holmes, J. Gardner, *E-learning: concepts and practice*, Sage, Londyn 2006, s. 14.

²¹ *The eLearning Action Plan. Designing tomorrow's education*, COM(2001)172, Komisja Europejska, Bruksela 2001, s. 2.

²² B. Holmes, J. Gardner, *op. cit.*, s. 14.

²³ W. Horton, *E-Learning by Design*, Pfeiffer, San Francisco 2011, s. 361.

E-usługi w prosty sposób definiuje J. Rowley, według której są to „czynny, starania i występy, których dostawa jest realizowana za pośrednictwem technologii informacyjnych (w tym Internetu, kiosków informacyjnych i urządzeń przenośnych)”²⁴.

Oficjalną polską definicję e-usługi można znaleźć w Rozporządzeniu Ministra Rozwoju Regionalnego z dnia 13 sierpnia 2008 r., gdzie uznaje się za nią „usługę świadczoną w sposób częściowo lub całkowicie zautomatyzowany przez technologię informacyjną, za pomocą systemów teleinformatycznych w publicznych sieciach telekomunikacyjnych, na indywidualne żądanie usługobiorcy, bez jednoczesnej obecności stron w tej samej lokalizacji i wymagającą niewielkiego udziału człowieka po stronie usługodawcy”²⁵. Z kolei nieobowiązujące już prawnie Rozporządzenie Rady Unii Europejskiej z dnia 17.10.2005 r. określa e-usługi jako „usługi świadczone za pomocą Internetu lub sieci elektronicznej, których świadczenie jest zautomatyzowane i które wymagają niewielkiego udziału człowieka, a ich wykonanie bez wykorzystania technologii informacyjnej jest niemożliwe”²⁶, którą to definicję uzupełnia szczegółowy wykaz usług wchodzących w zakres tej definicji, gdzie można znaleźć m.in. „usługi edukacyjne, w ramach których treść kursu przekazywana jest przez nauczyciela za pomocą Internetu lub sieci elektronicznej (czyli poprzez zdalne połączenie)”²⁷.

2. Aspekty technologiczne nauczania programowania jako e-usługi

Świadczenie e-usługi polegającej na nauczaniu programowania wymaga platformy technologicznej co najmniej na tyle funkcjonalnej, by uczącym się

²⁴ J. Rowley, *An analysis of the e-service literature: towards a research agenda*, „Internet Research” 2006, No. 16 (3), s. 341.

²⁵ Rozporządzenie Ministra Rozwoju Regionalnego z dnia 13 sierpnia 2008 r. w sprawie udzielania przez Polską Agencję Rozwoju Przedsiębiorczości pomocy finansowej na wspieranie tworzenia i rozwoju gospodarki elektronicznej w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka 2007–2013, Dz.U. nr 153, poz. 956, par. 3.1, pkt 3.

²⁶ Rozporządzenie Rady (WE) nr 1777/2005 z dnia 17.10.2005 r. ustanawiające środki wykonawcze do dyrektywy 77/388/EWG w sprawie wspólnego systemu podatku od wartości dodanej (Dz. Urz. UE L z 2005 r., nr 288/1), art. 11, pkt 1.

²⁷ *Ibidem*, art. 12, pkt 3, lit. h.

umożliwić dostęp do zasobów edukacyjnych, a prowadzącym – zarządzanie kursem. Istnieje wiele systemów służących do prowadzenia e-nauczania, jednak gdy przedmiotem kursu ma być programowanie komputerów, istotnie rozszerza to zakres wymagań funkcjonalnych o specyficzne elementy²⁸. Przede wszystkim chodzi tu o możliwość wykonania kodu źródłowego wprowadzonego przez ucznia bez opuszczania środowiska zdalnego nauczania i automatycznego sprawdzenia, czy kod ten jest poprawny zarówno składniowo, jak i logicznie. Jak pokazały wyniki badań J.L. Fernandez, ma to wielce korzystny wpływ na poprawę efektów nauczania programowania²⁹.

Możliwe jest rozszerzenie istniejącej platformy e-nauczania o moduł realizujący sprawdzanie kodu. Stosowne rozszerzenia powstały choćby dla znanych systemów o otwartym kodzie źródłowym, takich jak Claroline³⁰ czy Moodle³¹, a M. Amelung ze współpracownikami zaproponował nawet e-usługę polegającą na samym sprawdzaniu poprawności nadesłanego kodu źródłowego³². Systemy nauczania zdalnego projektowane specjalnie na potrzeby uczenia programowania komputerów mają wbudowane funkcje wykonywania i automatycznego sprawdzania poprawności kodu³³, niekiedy także poszerzone o ocenę stylu kodu źródłowego, rozpoznawanie wzorców projektowych oraz wykrywanie plagiatów³⁴.

Tak rozbudowane systemy wymagają znaczącego przetwarzania danych po stronie serwera, jednak aktualną tendencją jest odciążanie serwerów kosztem zwiększonego obciążenia komputerów klienckich, znajdujących się po

²⁸ J. Swacha, P. Baszuro, *op. cit.*, s. 122, i źródła tam cytowane.

²⁹ J.L. Fernandez, *Automated assessment in a programming tools course*, „IEEE Transactions on Education” 2011, No. 54 (4), s. 576–581.

³⁰ K. Georgouli, P. Guerreiro, *Integrating an Automatic Judge into an Open Source LMS*, „International Journal on E-Learning” 2011, No. 10 (1), s. 27–42.

³¹ E. Verdú, L.M. Regueras, M.J. Verdú, J.P. Leal, J.P. de Castro, R. Queirós, *A distributed system for learning programming on-line*, „Computers & Education” 2012, No. 58, s. 1–10.

³² M. Amelung, K. Krieger, D. Rosner, *E-Assessment as a Service*, „IEEE Transactions on Learning Technologies” 2011, No. 4 (2), s. 162–174.

³³ Zob. np. S. Combéfis, V. le Clément de Saint-Marcq, *Teaching Programming and Algorithm Design with Pythia, a Web-Based Learning Platform*, „Olympiads in Informatics” 2012, No. 6, s. 31–43.

³⁴ P. Ithantola, *Automated Assessment of Programming Assignments: Visual Feedback, Assignment Mobility, and Assessment of Students’ Testing Skills*, Aalto University, Espoo 2011, s. 23–25.

stronie użytkownika. Pozwala to z jednej strony na przyspieszenie interakcji, z drugiej zaś na zmniejszenie zapotrzebowania na pamięć i moc obliczeniową serwerów. Obecnie dostępnych jest już wiele rozwiązań pozwalających na wykonywanie kodu źródłowego w środowisku przeglądarki internetowej, wykorzystujących maszynę wirtualną Java³⁵, środowisko Silverlight³⁶ i interpreter języka JavaScript³⁷.

3. Aspekty ekonomiczne nauczania programowania jako e-usługi

Przygotowanie i świadczenie e-usługi polegającej na nauczaniu programowania wiąże się z koniecznością poniesienia znaczących kosztów na:

- pozyskanie, konfigurację i konserwację infrastruktury technicznej, w szczególności serwerów i połączeń sieciowych o szybkości transmisji zapewniającej brak spadku jakości świadczenia usługi przy typowym obciążeniu;
- pozyskanie, konfigurację i konserwację oprogramowania umożliwiającego świadczenie e-usługi;
- pozyskanie, opracowanie i okresową aktualizację zasobów edukacyjnych stanowiących treść kursu;
- bieżącą administrację prowadzonymi kursami, w przypadku nauczania wspomaganego przez instruktora – opiekę merytoryczną nad kursantami, a w przypadku nauczania prowadzonego przez instruktora – także prowadzenie zajęć;
- przygotowanie i dystrybucję materiałów informacyjnych, marketingowych i edukacyjnych na temat dostępności kursów, ich zakresu tematycznego oraz funkcjonalności platformy e-nauczania i sposobów efektywnego z niej korzystania.

³⁵ J. Helminen, L. Malmi, *Jype – a program visualization and programming exercise tool for Python*, w: *Proceedings of the 5th International Symposium on Software Visualization*, ACM, Nowy Jork 2010, s. 153–162.

³⁶ M. Foord, *Try Python: Interactive Python Tutorial in the Browser*, 2012, <http://www.trypython.org/>.

³⁷ P.J. Guo, *Online Python Tutor: Embeddable Web-Based Program Visualization for CS Education*, w: *Proceedings of the 44th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, ACM, Nowy Jork 2013, s. 579–584.

Nawet jeżeli świadczenie takiej e-usługi będzie w części lub nawet całości wspierane finansowo, technicznie lub organizacyjnie z innych źródeł, warto zidentyfikować potencjalne źródła wpływów, które mogłyby posłużyć w pierwszej kolejności do pokrycia wymienionych wyżej kosztów.

Z pewnością najprostszym sposobem uzyskania wpływów z tytułu świadczenia e-usługi jest wprowadzenie odpłatności za korzystanie z niej (w formie jednorazowej opłaty za dostęp do wybranego kursu w całości lub jego części lub okresowego abonamentu). Opłata taka może być pobierana zarówno od użytkowników końcowych (uczestników kursu), jak i od instytucji kierującej ich na kurs (np. przedsiębiorstwa w przypadku szkoleń pracowników, szkoły w przypadku uczniów, uczelni w przypadku studentów).

Należy przy tym pamiętać, że w przypadku nauczania prowadzonego lub wspomaganego przez instruktora dostawca usługi może zapewnić w jej ramach jedynie dostęp do kursu bez opieki instruktora, tak jak ma to miejsce przy nauczaniu sterowanym przez uczącego się. W takim przypadku koszty prowadzenia kursu przez instruktora spoczywają na innej instytucji (firmie szkoleniowej, uczelni lub szkole), dostawca usługi może jednak w takiej sytuacji otrzymywać dodatkowe korzyści, takie jak opłata za dostęp do oprogramowania do zarządzania kursem czy pośrednictwo pomiędzy instytucją zlecającą przeprowadzenie kursu a podejmującym się tego instruktorem.

Dodatkowe wpływy dla dostawcy e-usługi polegającej na nauczaniu programowania może przynieść reklama kierowana do uczestników kursu, kolportowana z wykorzystaniem przekazanych przez nich danych kontaktowych (np. adresu e-mailowego) bądź osadzona w samej platformie e-nauczania. Uczestnicy kursu programistycznego stanowią grupę o specyficznej charakterystyce, przez co możliwość dotarcia do nich z reklamą bezpośrednią mogłaby być interesująca dla dostawców wielu różnych towarów i usług. Z drugiej strony dostawca e-usługi mógłby pobierać dodatkowe opłaty od uczestników kursu (lub instytucji kierującej ich na kurs) za niekierowanie do nich reklam.

4. Przykłady platform oferujących kursy programowania

Najbardziej znanym obecnie portalem oferującym e-usługi polegające na nauczaniu programowania jest Codeacademy.com, prowadzony przez

amerykańską firmę Ryzac – liczba jego użytkowników już w 2012 r. sięgnęła pięciu milionów³⁸. Platforma wspomaga wyłącznie nauczanie sterowane przez uczącego się, obecnie oferuje kursy języków: JavaScript, HTML/CSS, PHP, Python i Ruby. Dostęp do platformy jest jak dotąd bezpłatny – dla uczestników kursu, jak i osób chcących tworzyć własne kursy – według wypowiedzi twórców źródłem przychodów usługodawcy ma być w przyszłości pośrednictwo pracy³⁹.

Codecademy.com nie posiada nawet elementarnych funkcji służących do zarządzania kursem. Funkcje takie dostępne są w portalu Codeavengers.com, stworzonym przez wykładowców nowozelandzkiego Uniwersytetu Waikato. Obecnie dostępne są tam tylko kursy języków: JavaScript oraz HTML5/CSS3. Platforma pozwala na nauczanie wspomagane przez instruktora, a jej oprawa audiowizualna i sposób sformułowania treści kursów są przygotowane wyraźnie pod gusta użytkowników końcowych, jakimi mają być nastoletni uczniowie. Kursy składają się z trzech części, z których pierwsza jest bezpłatna, a opłata za dostęp do pozostałych dwóch wynosi 5 dolarów za każdego ucznia⁴⁰.

Przykładem platformy dającej także możliwość nauczania prowadzonego przez instruktora jest edX, założona wspólnie przez Massachusetts Institute of Technology i Uniwersytet Harvarda. Wśród 56 kursów oferowanych na platformie w roku 2013 są również kursy programowania (np. „Introduction to Computer Science and Programming”, „Software as a Service”)⁴¹. Platforma edX nie jest jednak technicznie wyspecjalizowana do nauczania programowania – w odróżnieniu od dwóch opisanych wyżej nie ma funkcji wykonywania i automatycznego weryfikowania poprawności kodu źródłowego.

³⁸ S. Frier, *Codecademy Raises \$10M, Sees Job Service as Part of Its Future*, Bloomberg, 19.06.2012, <http://go.bloomberg.com/tech-deals/2012-06-19-codecademy-raises-10m-sees-job-service-as-part-of-its-future>.

³⁹ *Ibidem*.

⁴⁰ Codeavengers, www.codeavengers.com, lipiec 2013.

⁴¹ edX, www.edx.org/course-list/allschools/allsubjects/allcourses, lipiec 2013.

Podsumowanie

Nauczanie programowania jest zadaniem niełatwym, uzasadnione jest zatem korzystanie w jego realizacji z możliwości jego usprawnienia, jakie stwarza nowoczesna technologia. Zaliczyć tu należy e-nauczanie.

W niniejszym artykule podjęto temat świadczenia e-usługi polegającej na nauczaniu programowania poprzez Internet. Omówiono aspekty technologiczne takiego rozwiązania, skupiając się na wymaganiach specyficznych dla nauczania programowania, a także aspekty ekonomiczne, wymieniając rodzaje kosztów oraz potencjalne źródła przychodów związanych ze świadczeniem tego rodzaju e-usługi. Podano także przykłady funkcjonujących w Internecie platform e-nauczania oferujących kursy programowania on-line.

Literatura

- Amelung M., Krieger K., Rosner D., *E-Assessment as a Service*, „IEEE Transactions on Learning Technologies” 2011, 4 (2).
- Broekman J.M., Foon M.H., *Binding Words Unfolding Selves*, iUniverse, Bloomington 2008.
- Caspersen M.E., Bennedsen J., *Instructional design of a programming course: A learning theoretic approach*, w: *Proceedings of the Third International Workshop on Computing Education Research*, ACM, New York 2007.
- Codeavengers, www.codeavengers.com, lipiec 2013.
- Combéfis S., le Clément de Saint-Marcq V., *Teaching Programming and Algorithm Design with Pythia, a Web-Based Learning Platform*, „Olympiads in Informatics” 2012, 6.
- Corney M.W., Teague D.M. Thomas R.N. *Engaging students in programming*, w: *12th Australasian Computing Education Conference*, eds. T. Clear, J. Hamer, ACS, Brisbane, 2010.
- Dąbrowska A., Janoś-Kresł M., Wódkowski A., *E-usługi a społeczeństwo informacyjne*, Difin, Warszawa 2009.
- edX, www.edx.org/course-list/allschools/allsubjects/allcourses.
- Fernandez J.L., *Automated assessment in a programming tools course*, „IEEE Transactions on Education” 2011, 54 (4).
- Foord M., *Try Python: Interactive Python Tutorial in the Browser*, 2012, <http://www.trypython.org/>.
- Frie S., *Codecademy Raises \$10M, Sees Job Service as Part of Its Future*, Bloomberg,

- 19.06.2012, <http://go.bloomberg.com/tech-deals/2012-06-19-codeacademy-raises-10m-sees-job-service-as-part-of-its-future>.
- Georgoul K., Guerreir P., *Integrating an Automatic Judge into an Open Source LMS*, „International Journal on E-Learning” 2011, 10 (1).
- Gome A., Mende A.J., *An environment to improve programming education*, w: *Proceedings of the 2007 International Conference on Computer Systems and Technologies*, ACM, New York, 2007.
- Gu P.J., *Online Python Tutor: Embeddable Web-Based Program Visualization for CS Education*, w: *Proceedings of the 44th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, ACM, New York 2013.
- Helmine J., Malm L., *Jype – a program visualization and programming exercise tool for Python*, w: *Proceedings of the 5th International Symposium on Software Visualization*, ACM, New York 2010.
- Holme B., Gardne J., *E-learning: concepts and practice*, Sage, London 2006.
- Horto W., *E-Learning by Design*, Pfeiffer, San Francisco 2011.
- Hu M., Winikoff M., Craneffeld S., *Teaching Novice Programming Using Goals and Plans in a Visual Notation*, w: *Proceedings of the Australasian Computing Education Conference*, eds. M.D. Raadt, A. Carbone, ACS, Darlinghurst 2012.
- Ihantol P., *Automated Assessment of Programming Assignments: Visual Feedback, Assignment Mobility, and Assessment of Students’ Testing Skills*, Aalto University, Espoo 2011.
- Kaczmarczy L.C., Petric E.R., Eas J.P., Herma G.L., *Identifying student misconceptions of programming*, w: *Proceedings of the 41st ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, ACM, New York 2010.
- Kata Z., Tot L., *Technologically and artistically enhanced multi-sensory computer-programming education*, „Teaching and Teacher Education” 2010, 26 (2).
- Kazimogl C., Kierna M., Bacon L., Mackinnon L., *Developing a game model for computational thinking and learning traditional programming through game-play*, w: *Proceedings of World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education*, eds. J. Sanchez, K. Zhang, AACE, Chesapeake 2010.
- The eLearning Action Plan. Designing tomorrow’s education*, Komisja Europejska, COM(2001) 172, Bruksela 2001.
- Lahtinen E., Ala-Mutka K., Järvinen H.M., *A study of the difficulties of novice programmers*, w: *Proceedings of the 10th Annual SIGCSE Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*, ACM, New York 2005.
- McCartney R., Eckerdal A., Moström J.E., Sanders K., Zander C., *Successful students’ strategies for getting unstuck*, w: *Proceedings of the 12th Annual SIGCSE Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*, ACM, New York 2007.

- McCracken M., Almstrum V., Diaz D., Guzdial M., Hagan D., Kolikant Y.B.-D., Laxer C., Thomas L., Utting I., Wilusz T., *A multinational, multi-institutional study of assessment of programming skills of first-year CS students*, „ACM SIGCSE Bulletin” 2001, 33 (4).
- Muszyńska K., Swacha J., *Python and C#: a comparative analysis from students' perspective*, „Annales UMCS, Informatica” 2011, 11 (1).
- Osiecka-Chojnacka J., *E-szkola*, „Studia BAS” 2009, 3 (19).
- Rogerson C., Scott E., *The Fear Factor: How It Affects Students Learning to Program in a Tertiary Environment*, „Journal of Information Technology Education” 2010, 9.
- Rowley J., *An analysis of the e-service literature: towards a research agenda*, „Internet Research” 2006, 16 (3).
- Rozporządzenie Ministra Rozwoju Regionalnego z dnia 13 sierpnia 2008 r. w sprawie udzielania przez Polską Agencję Rozwoju Przedsiębiorczości pomocy finansowej na wspieranie tworzenia i rozwoju gospodarki elektronicznej w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka 2007–2013, Dz.U. nr 153, poz. 956.
- Rozporządzenie Rady (WE) nr 1777/2005 z dnia 17.10.2005 r. ustanawiające środki wykonawcze do dyrektywy 77/388/EWG w sprawie wspólnego systemu podatku od wartości dodanej, Dz. Urz. UE L z 2005 r., nr 288/1.
- Shepperd M., *Group project work from the outset: An in-depth teaching experience report*, w: *Software Engineering Education and Training*, eds. J.B. Thompson, E.O. Navarro, D. Port, IEEE-CS, Honolulu 2011.
- Swacha J., *Nowe rozwiązania w dydaktyce programowania komputerów*, w: *Edukacja w przebiegu życia. Od dzieciństwa do starości*, red. M. Kowalski, A. Olczak, Impuls, Kraków 2010.
- Swacha J., *Wybór nauczanego języka programowania w kontekście kompetencji absolwenta na rynku pracy*, w: *Edukacja techniczna na rynku pracy*, red. G. Andrzejewski, W.A. Sysło, PWSZ w Gorzowie Wielkopolskim, Gorzów Wielkopolski, 2011.
- Swacha J., Baszuro, P., *Gamification-based e-learning platform for computer programming education*, w: *Learning while we are connected. Volume 1: Research papers*, red. N. Reynolds, M. Webb, Wydawnictwo Naukowe UMK, Toruń 2013.
- Verdú E., Regueras L.M., Verdú M.J., Leal J.P., de Castro J.P., Queirós R., *A distributed system for learning programming on-line*, „Computers & Education” 2012, 58.
- Winslow L.E., *Programming pedagogy – A psychological overview*, „SIGCSE Bulletin” 1996, 28 (3).

**TEACHING COMPUTER PROGRAMMING AS AN E-SERVICE:
TECHNOLOGICAL AND ECONOMIC ASPECTS**

Summary

Teaching computer programming is considered difficult, hence it is reasonable to exploit all the educational tools and methods that the current technology allows.

This paper discusses an e-service consisting in teaching computer programming on-line, with a focus on its technological and economic aspects. The specific requirements for an e-service for teaching computer programming are described, as are the types of associated costs and potential sources of income for the vendor. Also, examples of e-learning portals providing computer programming courses are given.

Translated by Jakub Swacha