

Koncepcje ekonomii behawioralnej w ocenie jakości oprogramowania

WITOLD ABRAMOWICZ, RADOSŁAW HOFMAN

Katedra Informatyki Ekonomicznej
Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu
al. Niepodległości 10, 60-967 Poznań

Motywacja dla nowego spojrzenia

Inżynieria oprogramowania obejmuje techniczne metody budowania i oceny jakości oprogramowania. Od początku istnienia tej dyscypliny można obserwować próby zdefiniowania jakości oprogramowania. Pierwsze modele jakości opisano pod koniec lat 1970 (McCall 1977) (Boehm 1978), a w 1991 powstała pierwsza międzynarodowa norma proponująca wspólne pojęcia jakości oprogramowania (ISO9126 1991). Norma ta okazała się proponować pojęcia o niewielkiej przydatności w przemyśle informatycznym. Opublikowana w 2001 roku aktualizacja normy postrzega jakość oprogramowania z trzech perspektyw: jakości wewnętrznej, jakości zewnętrznej i jakości użytecznej (ang. internal quality, external quality, quality in use) (ISO9126-1 2001). Idee te są podstawowym założeniem nowej serii norm ISO/IEC 25000 publikowanych w ramach modelu SQuaRE (Software Product Quality Requirements and Evaluation) (ISO/IEC25000 2005). Projekt ten obejmuje zarówno obszar definicji jakości oprogramowania, miar jakości oraz proces ewaluacji kontynuując rozwój modelu procesu opisanego w ISO/IEC14598 (ISO/IEC14598 1999). Pomimo upływu ponad 40 lat od podjęcia pierwszych prac nie udało się zbudować powszechnie akceptowanego modelu jakości oprogramowania (Hofman 2007).

Już badania poprzedzające określenie inżynierii oprogramowania jako dyscypliny pokazywały, że oprogramowanie podlega ocenie, a konsekwencji może być nieakceptowane przez użytkowników (Jaskiewicz 1997). Inżynieria oprogramowania identyfikuje zbyt niską jakość jako jeden z podstawowych czynników wpływających na odrzucenie oprogramowania przez klienta (Jones 1994). Przyczyny odrzucenia mogą być techniczne uwarunkowania projektu i produktu, ponieważ założeniem implicite jest przyjęcie, że odbiorca oprogramowania jest racjonalny w swoich ocenach i ma w pełni obiektywną wiedzę o produkcie.

Podobne założenie dla uczestnika rynku gospodarczego związane jest z ideą *homo economicus* pojawiającego się w publikacji uznawanej za zapoczątkowującą postrzeganie ekonomii jako nauki (Smith 1776). Założenia dotyczące racjonalności, dążenia do maksymalizacji korzyści oraz pełność informacji leżą u podstaw większości współczesnych modeli decyzyjnych i mikroekonomicznych. Założenia te są poddawane w ostatnich lat znaczącej krytyce. Pierwszym autorem zauważającym ograniczenia idei *homo economicus* był sam autor tej idei Adam Smith (Smith 1759). Zauważył on

dysproporcję pomiędzy oceną poprawy i pogorszenia się sytuacji wynikającej z podejmowanej decyzji. Zjawisko to zostało zbadane przez Kahnemana i Tversky'ego w XX wieku i nazwane asymetrią pozytywno-negatywną (Kahneman 1979).

Aspekt subiektywnego modelowania zachowań i decyzji konsumentów opisywano w publikacjach ekonomicznych XIX wieku, jak również na początku XX wieku w pracach takich badaczy jak I. Fisher, V. Pareto czy J. M. Keynes (Camerer i Loewenstein 2003). Intensywne badania zjawisk poddających w wątpliwość założenie o racjonalności decydentów datuje się na połowę XX wieku. Jednym z pierwszych badaczy był Herbert Simon, który za rozszerzoną teorię podejmowania decyzji w warunkach niepewności otrzymał nagrodę Nobla w dziedzinie ekonomii w 1978 roku. Kolejnym kamieniem milowym nowego podejścia do analiz zachowań i interakcji uczestników rynku była nagroda Nobla w dziedzinie ekonomii z 1992 roku dla Garego Beckera, natomiast pojęcie ekonomii behawioralnej wiązane jest z pracami Daniela Kahnemana i Amosa Tversky'ego (Kahneman 1979). Opracowana przez nich teoria perspektywy została nagrodzona nagrodą Nobla w 2002 roku wraz z nagrodą dla Vernona L. Smitha za dokonania w ramach ekonomii eksperymentalnej.

Ekonomia behawioralna nie neguje w całości podejścia neo-klasycznego w ekonomii. Jej celem i wyzwaniem jest budowa modeli, które pozwalają lepiej wyjaśnić i przewidzieć zachowania konsumentów na rynku. Od czasu rozpoczęcia badań przez Simona można obserwować również dynamiczny rozwój innego obszaru badań niezwiązanego wprost z ekonomią: psychologii poznawczej (Nęcka 2008). Publikacje zarówno z zakresu w ekonomii behawioralnej, psychologii poznawczej i pokrewnych obszarów pozwalają na weryfikację założeń związanych z pojęciem *homo economicus*. Czy należy się spodziewać, że wyniki badań w wymienionych obszarach mają równie duże znaczenie dla inżynierii oprogramowania? Biorąc pod uwagę obserwacje poczynione na początku niniejszej sekcji wydaje się, że tak.

Konsekwencje dla przemysłu IT

W niniejszej sekcji zostaną przytoczone wybrane zagadnienia z zakresu ekonomii behawioralnej wraz z analizą ich potencjalnego znaczenia dla obszaru związanego z wytwarzaniem oprogramowania w kontekście oceny odbiorcy i decyzji odbiorcy o przyjęciu lub odrzuceniu produktu.

Zjawisko asymetrii pozytywno-negatywnej (Kahneman 1979) jest częścią teorii perspektywy. Badania empiryczne wskazują, że wraz ze wzrostem zaspokojenia określonej potrzeby znaczenie kolejnych przyrostów zaspokojenia potrzeby maleje. Zjawisko to, jest analogiczne do prawa malejącej użyteczności krańcowej. Jednakże w przypadku zmiany kierunku na zmniejszanie nasycenia potrzeby, zmniejszenie wartości jest nieproporcjonalnie duże. Analizując to zjawisko w kontekście projektów budowy oprogramowania można zauważyć jego potencjalne znaczenie w kilku obszarach.

W trakcie analizy wymagań odbiorcy oprogramowania nie będzie przywiązywał wagi do wymagań obecnie zaspokojonych (Wieser 1889). W przypadku dostarczenia przez dostawcę produktu, którego jedna z cech będzie przekraczała dotychczasowy poziom zaspokojenia potrzeby, odbiorca nie będzie odczuwał istotnej poprawy zaspokojenia potrzeb (Gossen 1854). W sytuacji, kiedy dostarczonemu oprogramowaniu będzie brakowało cech pozwalających na zaspokojenie potrzeby na dotychczasowym poziomie, niezadowolenie odbiorcy będzie nieproporcjonalnie duże. Biorąc pod uwagę

szeroki wachlarz potrzeb odbiorców i powyższą zależność, należy oczekiwać, że dostarczany produkt musi zaspokoić wszystkie istotne potrzeby, ponieważ niezaspokojenie jednej spowoduje znaczące niezadowolenie z jakości produktu, niezależnie od pozytywnego przekroczenia poziomu zaspokojenia potrzeb przez produkt w innych obszarach.

Kolejnym zjawiskiem udokumentowanym empirycznie jest zjawisko zakotwiczenia (Kahneman 1979). Odwołując się do specyfiki oprogramowania, jako produktu złożonego, użytkownik oprogramowania ma ograniczone możliwości obiektywnej oceny jego jakości. Ocena użytkownika wynika z obserwacji działania gotowego produktu. Na tej podstawie użytkownik buduje swoją wiedzę o produkcie i jego jakości. Wiedza ta jest wynikiem nie tylko obserwacji, ale i skojarzeń. Skojarzenia związane z produktem stają się istotnym elementem końcowego stanu wiedzy użytkownika. On sam nie odróżnia wiedzy pochodzącej bezpośrednio z obserwacji i z przetwarzania obserwowanych informacji (Barnett 2005).

Analizując proces dostarczania oprogramowania należy rozważyć proces budowania wiedzy o produkcie. W przypadku, kiedy pierwsze wersje produktu charakteryzują się określonymi cechami jakościowymi, użytkownik zapamiętuje te cechy i przy ocenie kolejnej wersji produktu, traktuje zapamiętane cechy jako punkt wyjścia kolejnej oceny. Konsekwencją dostarczenia wadliwej wersji będzie zatem zagrożenie wystawieniem negatywnej ocena wersji poprawnej ze względu na uprzednią wiedzę użytkownika. Rozważając dodatkowo wyniki badań nad znaczeniem intensywności doświadczenia (Kahneman 2006) należy się spodziewać, że znaczenie dla końcowej oceny będzie miało również intensywność obserwowanych wad w czasie ich największego nasilenia.

Kolejnym zjawiskiem poddanym intensywnym badaniom, którego znaczenie wydaje się być użyteczne ze względu na zrozumienie postaw odbiorców oprogramowania jest efekt posiadania (Kahneman 1991). W trakcie badań omawianego zjawiska poproszono uczestników eksperymentu o zaproponowanie ceny kubka. Uczestników podzielono na dwie grupy: uczestników, którzy mogli jedynie ocenić kubek nie stając się ich właścicielami, oraz uczestników, którzy przed wyceną otrzymali kubek na własność. Wyniki wskazują, że osoby będące posiadaczami przedmiotu oceniły jego wartość znacząco wyżej, niż osoby, które musiały kubek kupić. Biorąc zatem pod uwagę sytuację pracowników podmiotu, który posiada rozwiązanie techniczno-organizacyjne pozwalające na prowadzenie działalności, można spodziewać się dodatkowej niechęci odbiorców wynikającej wyłącznie z zagrożenia utraty obecnego rozwiązania. Dodatkową informacją z badań empirycznych jest obserwacja dotycząca możliwości odwrócenia zjawiska posiadania. Jeżeli odbiorcy będą uznawali dotychczasowe rozwiązanie za wymagające wycofania, będą oczekiwali zmiany i zwiększą subiektywną ocenę nowego rozwiązania. Powyższe skłania do wniosku o dużym potencjale zawartym w metodach komunikacji w projekcie.

Podobnie zjawisko dyskontowania czasowego przyszłej wartości (Loewenstein 1987) wydaje się mieć duże znaczenie w procesie wytwarzania i dostarczania oprogramowania. W trakcie badań dotyczących tego zjawiska zauważono, że badani mają tendencję do realizacji konsumpcji natychmiast, jeżeli jest to możliwe, natomiast oceniając swoją skłonność do preferowania natychmiastowej konsumpcji w przyszłości uważają, że będą skłonni odkładać konsumpcję w czasie w celu zwiększenia swojej korzyści. Przykładowo zakładają, że pieniądze uzyskane w przyszłym okresie będą skłonni zaoszczędzić, a dopiero później przeznaczyć na konsumpcję, natomiast w

odniesieniu do środków posiadanych obecnie mają znacznie mniejszą skłonność do ich odłożenia (Camerer 2003). Analizując nieciągłość decyzyjną wynikającą z badań empirycznych, można starać się wyjaśnić fenomen nie stosowania praktyk projektowych przez doświadczonych inżynierów oprogramowania. Osoby, będące ekspertami w zakresie metod inżynierii oprogramowania, uzasadniają potrzebę stosowania praktyk inżynierii oprogramowania w wielu przygotowywanych przez siebie publikacjach. W sytuacji, kiedy potrzeby projektowe stają się potrzebami bieżącymi, można obserwować, jak praktyki opisane w teorii są zarzucane, ponieważ bieżące potrzeby wykorzystania zasobów są silniejsze niż potrzeby zapewnienia jakości jako długofalowej wartości wyniku projektu. Obserwując procesy z perspektywy odbiorcy można spodziewać się podobnego mechanizmu: w czasie zamawiania oprogramowania i w trakcie analizy wymagań odbiorca zakłada, że będzie czekał na pełne korzyści związane z oprogramowaniem przez określony czas po jego dostawie. Jednakże kiedy przyszedł termin dostawy staje się teraźniejszością, oczekiwanie odbiorcy skłania się do potrzeby uzyskania natychmiastowych korzyści.

Zjawiska grupowe analizowane w szeregu eksperymentów wydają się mieć również istotne znaczenie dla przemysłu informatycznego, zwłaszcza dla tworzenia oprogramowania, dla którego odbiorcą produktu nie jest pojedyncza osoba, a podmioty gospodarcze. W jednym z bardziej znanych badań tego obszaru (Asch 1951) zauważono, że pod wpływem otoczenia osoby badane zmieniały swoją ocenę długości widzianej linii w relacji do innych linii. Zakładając, że podobne zjawisko może wystąpić przy ocenie oprogramowania, można spodziewać się, że ocena oprogramowania będzie zależna od oceny społeczności, do której należy oceniający. Rozszerzając eksperyment dotyczący porównywania długości linii (Baron 1996) zauważono, że zwiększona motywacja osób badanych powoduje zmniejszenie się podatności na wpływ grupy. W sytuacji oceny jakości powinno dać się obserwować motywację pracowników wynikającą z oczekiwań przełożonych, a zatem nie jest wykluczone, że różnicowanie motywacji pozostanie bez wpływu na przebieg badania.

Na koniec tej sekcji opisane zostanie zjawisko postrzegania *sprawiedliwego świata*. W badaniach tego zjawiska (Güth 1982) poproszono osoby badane o podział drobnej kwoty (\$10) pomiędzy siebie i anonimową osobę. Zadaniem drugiej osoby było zaakceptowanie lub odrzucenie podziału, co mogło skutkować tym, że obie osoby mogły zatrzymać pieniądze, jeżeli druga osoba zaakceptowała podział, lub obie nie dostawały nic, jeżeli druga osoba odrzuciła podział. Wyniki badań pokazały, że ludzie byli skłonni poświęcić pieniądze, które mogli zatrzymać, tylko po to, żeby ukarać osobę dokonującą niesprawiedliwego podziału. Jeżeli zatem odbiorca oprogramowania uzna, że nie jest sprawiedliwe domaganie się ceny kontraktowej za produkt, który został dostarczony, można się spodziewać skłonności do działania wbrew własnemu interesowi, tylko po to, aby ukarać dostawcę.

Powyższe przykłady zostały wybrane spośród wielu zjawisk opisywanych w publikacjach dotyczących ekonomii behawioralnej, behawioralnej teorii gier czy finansów behawioralnych. Opisywane w literaturze zjawiska były badane w celu lepszego zrozumienia procesów decyzyjnych i predykcji zachowania osób w określonych sytuacjach decyzyjnych. Większość badań koncentrowała się na sytuacjach o niewielkiej liczbie jednoczesnych zależności. W przypadku oprogramowania, które charakteryzuje się szeroką gamą cech, a także specyficznymi warunkami zamawiania i oceny, można spodziewać zaobserwowania wpływu wielu zjawisk poznawczych.

Spodziewamy się, że część zjawisk będzie istotnie zmieniała ocenę dokonywaną przez odbiorców oprogramowania. W przypadku zjawisk mających istotny wpływ na ocenę jakości oprogramowania, ważnym zagadnieniem będzie również próba dokonania oceny siły efektu, jakie dane zjawisko może wyrzucić na proces oceny jakości, oraz próba odpowiedzi na pytanie w jaki sposób dane zjawisko może zostać wykorzystane w ramach inżynierii oprogramowania.

Przytoczone przykłady skłaniają do wniosku, że lepsze zrozumienie postaw odbiorców oprogramowania jest istotnym elementem predykcji ich zachowania w sytuacjach związanych z odbiorem i oceną produktu.

Praktyki w przemyśle IT

Przeanalizowaliśmy 15 wybranych projektów (małych, średnich i dużych), których łączna wartość w badanym okresie (2004-2009) przekracza 250 mln USD. W badanym okresie analizowane projekty znajdowały się głównie w fazie utrzymania, natomiast dla połowy analizowanych systemów okres badania obejmuje również pierwsze wdrożenie systemu u odbiorcy. Zestawienie uwzględnia projekty ośmiu różnych producentów z trzech kontynentów (Ameryka Północna, Europa i Azja).

Zbrane statystyki zaprezentowane są w tabeli 1.

Tablica 1, Analiza wybranych projektów o łącznej wartości ponad 250 mln USD z lat 2004-2009, źródło: Opracowanie własne

Cecha	Liczba	Komentarz
Planowana liczba wydań wersji do Klienta	4 202	Liczba wersji wg aktualnych planów produkcji
Liczba wersji przeznaczona wyłącznie do wewnętrznej oceny jakości	4 752	Wersje przekazane do testów wewnętrznych przed podjęciem decyzji o wysyłce do klienta
Liczba wersji zgłoszonych wewnętrznie, jako gotowe do wydania do Klienta	23 035	Dotyczy wersji, dla których zadeklarowano gotowość do wysyłki do klienta przekazanych do testów wewnętrznych lub do wysyłki
Liczba wersji zatrzymanych wewnętrznie w wyniku testów	2 584	Liczba wersji, dla których wynik testów był negatywny niezależnie od tego, jaka decyzja została podjęta o ich dalszej wysyłce
Liczba wersji przekazanych do odbiorcy pomimo niezadowolającej jakości	9 194	Liczba wersji, dla których w momencie wysyłki były znane wady powodujące zagrożenie odrzuceniem przez klienta
Liczba wersji odrzuconych przez odbiorcę z powodu wad	16 310	Przez odrzucenie rozumiane jest zażądanie zmiany w aplikacji z powodu jej wady przed wdrożeniem

Analiza zebranych danych każe przypuszczać, że zarządzanie postrzeganiem jakości oprogramowania przez odbiorcę praktycznie nie istnieje. Producenci oprogramowania przekazują odbiorcom wersje produktów bez pozytywnego wyniku testów lub przy

minimalnych nakładach na kontrolę jakości. Efektywność odbiorców w znajdowaniu wad w systemach jest niemalże dwukrotnie wyższa niż w przypadku dostawców. Analizując przytoczone w poprzedniej sekcji wyniki badań zjawisk poznawczych można zauważyć, że istnieje bardzo duże niebezpieczeństwo występowania efektu zakotwiczenia lub innych efektów zmieniających postrzeganie. Odbiorcy oprogramowania odrzucają średnio 3 na 4 przedstawione im do odbioru wersje.

Wstępne wyniki badań subiektywnego spojrzenia na jakość

Przeprowadzenie badań zgodnie z metodami badawczymi ekonomii behawioralnej czy ekonomii eksperymentalnej, dotyczących oprogramowania, jest zagadnieniem złożonym. Dla produktów prostych, takich jak np. żywność przeprowadzenie badań oceny postrzegania jakości jest stosunkowo proste (Steenkamp 1986), ponieważ środowisko badawcze jest łatwe do zbudowania. Dodatkowo każdy człowiek jest jednocześnie konsumentem żywności, a proces jej oceny jest częsty. Oprogramowanie jest produktem ocenianym znacznie rzadziej. Ten fakt nakłada dodatkowe wymagania na proces badawczy.

Badając wpływ jakości oprogramowania, należy zbudować mechanizmy kontroli nad zmiennością jakości. W (Hofman 2009) zaproponowano kontrolowanie prawdopodobieństwo pojawienia się błędu w specjalnie przygotowanych aplikacjach testowych, mających możliwość reakcji na polecenie systemu kontrolującego przebieg badania: prezentację funkcjonalności aplikacji lub prezentację żądanego błędu.

Zgodnie z wstępnym planem badania opisanego w (Hofman 2009) przeprowadzono eksperyment mający na celu analizę efektu zakotwiczenia związanego z jakością przekazywanych wersji oprogramowania. W badaniu wzięły udział 4 niezależne grupy, dla których parami określono sekwencje jakości opisane w tabeli 2 (prawdopodobieństwo wystąpienia błędu).

Tabela 2, Planowane prawdopodobieństwo wystąpienia błędu w kolejnych wersjach oprogramowania w planie grup niezależnych, źródło: Opracowanie własne

Grupy	v1	v2	v3	v4	v5
1 i 2 (GFI)	0%	0%	10%	15%	10%
3 i 4 (BFI)	0%	0%	80%	50%	10%

Zadaniem uczestników badania było wykonanie czynności badawczych (wykonanie scenariuszy testowych), a następnie dokonanie oceny badanej aplikacji. Zadanie to powtarzano pięciokrotnie dla kolejnych wersji oprogramowania. Przyjmując, że ocena jakości oprogramowania jest zależna wyłącznie od jakości produktu, należy oczekiwać, iż ocena wersji piątej aplikacji będzie zbliżona pod warunkiem homogeniczności grup.

Na podstawie analizy danych z ankiety poprzedzającej badanie oraz wykonanego *testu wstępnego* (ocena innej aplikacji przed rozpoczęciem badania) dokonano oceny homogeniczności grup. Test homogeniczności przebiegał według standardowej procedury badania hipotez statystycznych – przyjęto hipotezę H_0 stanowiącą, że $M_{GFI} = M_{BFI}$. Wynik na podstawie wstępnych ankiet wyniósł $F(1,14) = 1,4$, $p > 0,2$, a dla zadania pre-testu $F(1,14) = 1,7$, $p > 0,2$. Przyjmując poziom istotności α na poziomie 0,025 stwierdzono, że nie ma statystycznego powodu do odrzucenia hipotezy zerowej.

W trakcie badania ocena aplikacji była dokonywana każdorazowo na skali interwałowej od 1 do 11. Ocena wersji 5 aplikacji została dokonana następująco: $M_{GFI}=4,4$, $M_{BFI}=2$. Grupy BFI oceniły aplikację ponad dwukrotnie gorzej, co wynika z niskiej jakości wersji 3 i 4. Badając istotność statystyczną przyjęto hipotezę zerową H_0 , stanowiącą, iż nie ma statystycznej różnicy pomiędzy grupami. Otrzymano wynik $F(1,14)=6,33$, $p<0,025$, w związku z czym hipotezę zerową odrzucono przy założonym α .

Przy badaniach zjawisk wykorzystującej *teorię psychologiczną* istotnym elementem oceny wyników jest zbadanie siły obserwowanego efektu (Mook 1983). Dla przytoczonego badania współczynnik $f>0,6$, a więc zgodnie z klasyfikacją Cohena jest to efekt o dużej sile (Cohen 1988).

Drugą częścią przeprowadzonego badania było odwzorowanie w warunkach badawczych relacji pomiędzy osobami dokonującymi ewaluacji, a osobami przełożonymi. Przełożeni nie otrzymali bezpośredniego dostępu do aplikacji, otrzymując wyłącznie raporty od ewaluatorów. Dla zapewnienia właściwej kontroli badawczej osoby te znajdowały się w różnych miejscach niż zespoły ewaluatorów, które im podlegały.

Dla *aplikacji testu wstępnego* oceny były następujące: GFI 6 (6,4) i 7 (6,8), BFI 4 (5,2) i 6 (5,8). Dla piątej wersji badanej aplikacji otrzymano GFI 4 (4,8) i 3 (3,4), BFI 2 (2,3) i 1 (1,8). W nawiasach podano średnią ocenę zaobserwowaną w danej grupie. Odpowiedzi przełożonych były wyrażane były liczbami całkowitymi. Osoby niemające dostępu do aplikacji mogły dokonywać oceny zbliżonej do osób mających dostęp. Zaobserwowano dodatkowy poziom nieufności do produktu, który pojawił się u przełożonych grup BFI po lekturze raportów dotyczących wersji 3. W rzeczywistości należy spodziewać się, że omawiane zjawisko jest mniej przewidywalne w kontekście wykorzystywania informacji pośrednich, ponieważ przełożeni mają indywidualne hierarchie ważności źródeł informacji.

Powyższe wyniki zostały uzyskane w warunkach zbliżonych do rzeczywistych. Badanie przeprowadzono zgodnie z zasadami etyki, natomiast dla uczestników badania zostało ono przedstawione jako projekt komercyjny, którego celem było dokonanie oceny aplikacji. Uczestnikami byli zawodowi ewaluatorzy oprogramowania znajdujący się w różnych lokalizacjach. Komunikacja z uczestnikami odbywała się na zwykłych zasadach wykorzystywanych w projektach ewaluacyjnych, stąd też należy uznać, że pomimo laboratoryjnych aspektów badania miało ono również cechy badania w warunkach naturalnych. Rzeczywiste cele eksperymentu omówiono z uczestnikami po zakończeniu badania.

Podsumowanie

Ekonomia behawioralna ma na celu objaśnianie zachowań uczestników rynku w sposób dokładniejszy aniżeli generyczne modele ekonomii neoklasycznej. Modele i badania opracowane w ramach tej dziedziny dostarczają szeregu odpowiedzi objaśniających zachowanie ludzi w sytuacjach związanych z formułowaniem sądów lub podejmowaniem decyzji. Celem tych badań jest poprawa jakości atrybutów predykcyjnych modeli ekonomicznych.

Inżynieria oprogramowania zakłada dotychczas, że odbiorca oprogramowania jest racjonalny, dąży do określonego celu oraz posiada wszelkie niezbędne informacje na

temat produktu i kontekstu jego użycia. Złożoność produktów aplikacyjnych jest tak wysoka, że należy poddać pod wątpliwość realność powyższych założeń.

Przytoczone wyniki badań nad zjawiskiem zakotwiczenia wskazują, że obserwowane i opisane w ramach ekonomii behawioralnej zjawiska można przenieść do inżynierii oprogramowania. Należy więc rozważyć dalsze rozwinięcie badań mających na celu lepsze zrozumienie odbiorcy oprogramowania i lepsze przewidywanie jego przyszłych zachowań.

Planowane badania mogą przyczynić się do zwiększenia liczby projektów informatycznych zakończonych sukcesem. Wiele produktów jest odrzucanych przez odbiorców ze względu na proces dostarczania (patrz Tabela 1).

Ekonomia behawioralna jest dyscypliną nową i dynamicznie się rozwijającą (Akerhof 2002). Dotychczas kwestie procesu dostarczania oprogramowania i ich wpływu na postrzeganie jakości produktów aplikacyjnych nie były analizowane w badaniach ekonomii behawioralnej. Jednym z powodów jest złożony proces badawczy wymagający wysokospecjalizowanych narzędzi. Po pomyślnym wykonaniu pierwszych badań i wykazaniu możliwości skutecznej kontroli warunków eksperymentu można rozpocząć badania innych koncepcji ekonomii behawioralnej na gruncie inżynierii jakości oprogramowania.

Literatura

1. Akerhof, G. "Behavioral macroeconomics and macroeconomics behavior." *The American Economic Review*, vol. 92, no. 3 (2002).
2. Asch, S. "Effects of group pressure upon the modification and distortion of judgments." In *Groups, leadership and men*, by H. (ed.) Guetzkow. Pittsburgh: Carnegie, 1951.
3. Barnett, S., and S. Ceci. "The Role of Transferable Knowledge in Intelligence." In *Cognition and intelligence*, by R. Sternberg and J. Pretz. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.
4. Baron, R., J. Vandello, and B. Brunzman. "The forgotten variable in conformity research: Impact of task importance on social influence." *Journal of Personality and Social Psychology*, vol. 71, no. 5 (1996).
5. Boehm, B., J. Brown, M. Lipow, and G. MacCleod. *Characteristics of software quality*. New York: American Elsevier, 1978.
6. Camerer, C., and G. Loewenstein. *Behavioral Economics: Past, Present, Future (introduction for Advances in Behavioral Economics)*. Mimeo: Carnegie Mellon University, 2003.
7. Cohen, J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Second Edition. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1988.
8. Gossen, H. *Die Entwicklung der Gesetze des menschlichen Verkehrs und der daraus fließenden Regeln für menschliches Handel (The Development of the Laws of Human Intercourse and the Consequent Rules of Human Action)*. 1854.

9. Güth, W., R. Schmittberger, and B. Schwarze. "An experimental analysis of ultimatum bargaining." *Journal of Economic Behavior and Organization*, no. 3 (1982).
10. Hofman, R. "Modele jakości oprogramowania - historia i perspektywy." In *Zwinność i dyscyplina w inżynierii oprogramowania*, by B. Walter J. Nawrocki. Poznań: NAKOM, 2007.
11. Hofman, R. "Postrzeganie jakości oprogramowania." In *Monografia Konferencyjna (w przygotowaniu)*, by Krajowa Konferencja Inżynierii Oprogramowania 2009. Pułtusk, 2009.
12. ISO/IEC14598. *Information technology - Software product evaluation*. Geneve: International Standardization Organization, 1999.
13. ISO/IEC25000. *Software Engineering - Software product Quality Requirements and Evaluation (SQuARE)*. Geneve: International Standardization Organization, 2005.
14. ISO9126. *Information Technology – Software Product Quality*. Geneve: International Standardization Organization, 1991.
15. ISO9126-1. *Software engineering — Product quality — Part 1: Quality model*. Geneve: ISO, 2001.
16. Jaszkiwicz, A. *Inżynieria Oprogramowania*. Warszawa: Helion, 1997.
17. Jones, C. *Assessment & control of software risks*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1994.
18. Kahneman, D., and A. Krueger. "Developments in the Measurement of Subjective Well-Being." *Journal of Economic Perspectives* 20, no. 1 (2006).
19. Kahneman, D., and A. Tversky. "'Prospect' theory: an analysis of decision under risk." *Econometrica*, no. 47 (1979).
20. Kahneman, D., J. Knetsch, and R. Thaler. "Anomalies: The Endowment Effect, Loss Aversion, and Status Quo Bias." *The Journal of Economic Perspectives* (American Economics Association) 5, no. 1 (1991).
21. Loewenstein, G. "Anticipation and the valuation of delayed consumption." *Economics Journal*, no. 97 (1987).
22. McCall, J., P. Richards, and G. Walters. *Factors In software quality*. Griffiths Air Force Base, NY, Rome Air Development Center Air Force Systems Command, 1977.
23. Mook, D. "In defense of external invalidity." *American Psychologist*, no. 38 (1983).
24. Smith, A. *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*. 1776.
25. —. *The theory of moral sentiments*. London: A. Millar, 1759.
26. Steenkamp, J., B. Wierenga, and M. Meulenberg. *Kwali-teits-perceptie van voedingsmiddelen deel 1. Swoka*. Den Haag, 1986.
27. Wieser, F. *Der natürliche Werth (Natural Value)*. 1889.