



Metryki

Sztuka Wytwarzania Oprogramowania, w. 11

Konrad Grochowski

Instytut Informatyki, Politechnika Warszawska, 2025 ©





Metryka

- › Miara odległości między elementami zbioru
- › W inżynierii oprogramowania – *używana* trochę mniej formalnie:
 - Liczbowa reprezentacja wybranej cechy oprogramowania
 - Powinna być obiektywnie mierzalna
- › Metryki są więc (bardzo) różne i jest ich (bardzo) wiele
- › Używane do:
 - Oceny oprogramowania (np. jakości)
 - Estymacji kosztów
 - Walidacji wymagań



Metryki i procesy

- › W ramach procesu wytwarzania oprogramowania może być rozsądne *śledzenie (tracking)* wybranych metryk
- › Może to pomagać określać postęp prac
- › Ale też pilnować określonej oczekiwanej jakości
- › Zestaw śledzonych metryk zależy od projektu / branży



Metryki oprogramowania (przykłady)

- › Wielkość programu (pliku wykonywalnego/paczki instalacyjnej)
- › Czas wykonania programu
- › Czas ładowania programu
- › Zużycie pamięci/procesora/dysku przez program

- › Jak widać – metryki potrafią być „dynamiczne” i „statyczne”
 - I jak zwykle – obie mają wady i zalety



Metryki oprogramowania

- › Metryki mogą występować jako „średnie”, czy „maksymalne”, czy „zmierzone w specyficznych warunkach”
- › Sposób pomiaru jest *elementem definiującym metrykę*
 - Np. kogoś może ciekawić „średnia liczba linii kodu w funkcji” ale do oceny jakości użyć może „liczby funkcji przekraczających N linii kodu” (co może być traktowane jako „maksymalna długość funkcji”)
 - W wypadku metryk często stosuje się „skrótowe myślowe”, ale czasem warto pamiętać o formalizmach i ścisłym ich definiowaniu



Metryki kodu (przykłady)

- › Metryki oprogramowania, które można uzyskać analizując kod
- › Liczba linii kodu (LOC – *lines of code*, *kLOC*)
 - Obiektywna, ale nie może służyć porównywaniu różnych programów w kategoriach „trudności” czy „złożoności”
 - W bardzo specyficznych warunkach może pomagać estymować koszty, ale bywa (wciąż) nadużywana w tym zakresie
- › Procent linii komentarzy w kodzie
 - *Cóż, wiecie, co ja myślę o komentarzach...*
 - Ale w plikach nagłówkowych bibliotek może być pomocna
 - Niektórzy wciąż widzą w tym jakąś miarę jakości, ale nawet „sztywne” standardy nie zalecają takiego podejścia (ECSS, ISO)



Metryki kodu (przykłady c.d.)

- › Złożoność cyklometryczna (*Cyclomatic complexity* – CC)
 - $\langle \text{liczba punktów decyzyjnych w kodzie} \rangle + 1$
 - Próba mierzenia „złożoności kodu” – nie idealna, ale dobra do sygnalizacji potencjalnie „złych” funkcji
- › Liczba linii w funkcji/module
- › Liczba argumentów w funkcji / pól w klasie
- › Głębokość zagnieżdżeń w kodzie (if{if{if}})
- › To są *rozsądne* metryki, dla których warto przyjąć sobie jakieś „wartości ostrzegawcze” i robić *inspekcje* kodu, gdy zostaną przekroczone
- › Wiele współczesnych narzędzi do pracy z kodem pozwala skonfigurować ich mierzenie i raportowanie / ostrzeganie



Metryki kodu

- › Pokazane metryki wyglądają trochę jak coś, co powinno „wyjść” podczas dobrego *code review*
- › Ale:
 - Obiektywna miara to jednak obiektywna miara...
 - ...a ludzie są omylni
 - Podpięcie pomiaru pod CI daje szansę na wczesne ostrzeżenie i skraca czas spędzony przez zespół nad *code review*
 - Czasem potrzeba „dowodów” (*evidence*) – zależy od klienta
- › Istnieją też metryki „ambitniejsze”, próbujące mierzyć poziom „powiązań” (*coupling*), czy samą „utrzymywalność” w kodzie etc.



Metryki procesów

- › Pomiarom można poddawać nie tylko samo oprogramowanie, ale i proces jego wytwarzania
 - i nie jest to zadanie tylko dla menadżerów
- › Mierzyć można:
 - Czas poświęcony przez zespół (np. w stosunku do zaplanowanego czasu / budżetu)
 - Częstotliwość zgłaszania problemów
 - Czas rozwiązywania problemów zgłaszanych przez klientów
 - „Masa” wykonywana w Sprincie to też metryka
- › Warto dyskutować/interesować się stosowanymi w firmie metrykami procesowymi, bo mogą okazać się pomocne w walce o jakość kodu



Metryki testów

- › Większość tego co nadaje się do programu, nadaje się i do mierzenia jego testów
- › Ale jest pewna grupa metryk związanych z testowaniem
- › **Pokrycie** (*coverage*)
- › Ta metryka faktycznie pozwala *pomóc* ocenić jakość testów (w obrębie danego projektu, czyli na ile dany projekt jest dobrze przetestowany)



Pokrycie

- › Pokrycie linii – linie kodu wywołane przez test
- › Pokrycie gałęzi (*branch*) – ścieżki kodu wykonane przez test
- › Pokrycie decyzji – każda wykonana „decyzja” w kodzie
 - Dwa powyższe bywają „mieszane”, dużo zależy od dostępnych narzędzi
- › Ale też:
 - Pokrycie wymagań przez testy
(czy każde testowalne wymaganie ma swój test?)
 - I to też można mierzyć i automatyzować



Pokrycie

- › To, że badamy pokrycie, nie oznacza od razu, że robimy *white-box*!
 - *Gdzieś widziałem taki błędny napis, a potem trafia na kolokwium...*
- › Black/white box dotyczy konstrukcji testu i sposobu *weryfikacji* wyniku – to jak „patrzymy” na testowane oprogramowanie
- › Pokrycie tak, dotyka kodu, ale używa go do uzyskania „miary”, a nie do konstrukcji testu
- › Co więcej – **robienie testu „dla pokrycia” jest błędnym podejściem**
- › *Powtórka*: Dobry test funkcjonalny często jest typu black-box, a testy jednostkowe często są testami funkcjonalnymi... (*grey-box*)



Pokrycie a jakość testu

- › Inne pokrycie niż 100% linii i gałęzi mówi, że mamy sekwencje kodu, których nie uruchomiliśmy
(*czyli nie wiemy, co się w nich dzieje*)
- › Ale uzyskanie 100% jest naprawdę drogie...
 - Przyjmuje się, że wartości > 80-90% są już „dobre” (dla całego projektu)
 - Ale oprogramowanie krytyczne musi mieć 100%
 - TDD pomaga, ale trzeba pamiętać, że ono nie testuje
- › A co jak jesteśmy przekonani, że dobrze napisaliśmy testy, a i tak nie ma 100%?
 - Analiza „martwego kodu” – może coś do wyrzucenia? A może jednak testy nie tak dobre, jak myśleliśmy?



Pokrycie a jakość testu

- › Czy testy dające 100% pokrycia gwarantują poprawność działania programu?
 - Nie.
 - Testy nigdy nic nie gwarantują.
 - Ale i tak pozostają niezbędnym narzędziem...
- › Jakość testu opiera się na jego konstrukcji i zgodności z wymaganiami – to może być niemierzalne...
 - Czy asercje są dobre?
 - Czy scenariusz jest reprezentatywny?
 - Czy dobrze pomyślana dziedzina problemu (warunki brzegowe)?



Jak napisać kompletny test (funkcjonalny)?

- › Mam funkcję `int fun(int x)`
- › Żeby ją w pełni przetestować, potrzebuję 4 mld testów...
- › Chyba, że wiem coś o x (z kodu – *white box*, z wymagań – *black*).
- › Na przykład, że tylko dla wartości $[1, 100)$ funkcja ma sens.
- › No to mogę napisać 101 testy dla wartości $[0, 100]$.
- › Jakbym wiedział, że dla całego przedziału funkcja wykonuje takie same obliczenia, to mógłbym dalej redukować do 4 – 5 testów:
 - 0, 1, 2, 99, 100
 - Taki podział to *klasy jednoznaczności/równoważności* (equivalence class)



Podsumowanie

- › Nie ma nic lepszego niż *code review*, bo wciąż głównym odbiorcą kodu jest drugi człowiek
- › Metryki mogą pomagać wychwytywać problemy, ale nie są *bezwzględnie* obiektywną miarą
(są obiektywne w zakresie danego projektu)
- › Warto mierzyć swoje oprogramowanie (i procesy), tak by mieć argumenty na podparcie swoich „odczuć”
- › Dobry kod i dobre testy to wciąż domena *rzetelności, doświadczenia i profesjonalizmu* – automaty mogą pomóc, ale nie mogą zastąpić dobrego procesu inżynierskiego

Dziękuję za uwagę

Konrad.Grochowski@pw.edu.pl

