

Wyniki badań: Czy zakup myszek 3D to mądra inwestycja?

WPROWADZENIE

W procesie rozwoju produktu kluczowym czynnikiem szybkiego dostarczenia na rynek produktów o wysokiej jakości i bezawaryjności, jest wydajność i jakość pracy inżynierów aplikacyjnych CAD. Jeśli mogliby oni usprawnić proces projektowania produktu, wcześniej wyłapać problemy i wszystko to zrobić w krótszym czasie, to będą w stanie znacznie przyczynić się do rynkowych osiągnięć firmy.

Główne badania interfejsów użytkownika przeprowadzone przez GE Research, IBM, Uniwersytet Toronto i inne instytucje pokazały znaczną poprawę wydajności, będącą rezultatem wykorzystania urządzeń pozwalających inżynierom CAD na intuicyjną, płynną nawigację obiektów trójwymiarowych oraz pracę obiema rękami jednocześnie.

Myszki 3D to urządzenia peryferyjne, umożliwiające zarówno intuicyjną nawigację modeli trójwymiarowych, jak i pracę obiema rękami równocześnie. Inżynierowie aplikacyjni CAD i firmy, które zaadoptowały myszki 3D w swój proces projektowania produktów, stwierdzają jednogłośnie wyraźny wzrost osiągnięć i wydajności.

Specyficzne badania nie były jednak przeprowadzone jedynie w celu określenia różnicy w pracy bez lub z myszkami 3D wśród dzisiejszych użytkowników 3D CAD oraz ekonomicznego zwrotu inwestycji w myszki 3D.

Technology Assessment Group (TAG) przeprowadziła sondaż między użytkownikami CAD i opracowała ekonomiczny model zwrotu, który daje odpowiedzi na ten pytania.

WNIOSKI UŻYTKOWNIKÓW 3D CAD

Sondaż przeprowadzony pomiędzy 190 inżynierami projektowymi CAD, którzy korzystają z myszek 3D firmy 3Dconnexion zorganizowany został przez MarketLab,

niezależną grupę zajmującą się badaniami rynku. Uczestnicy badania pracują w firmach zatrudniających od kilku (mniej niż 10) do kilkuset (więcej niż 500) konstruktorów CAD.

Konstruktorzy ci używają profesjonalnych aplikacji CAD, takich jak CATIA, Inventor®, NX™, Pro/ENGINEER® czy SolidWorks®. Posiadają różne stopnie doświadczenia w pracy z myszkami 3D, od użytkowania krótszego niż trzy miesiące do dłuższego niż dwa lata.

CHARAKTERYSTYKA PRACY

Inżynierowie aplikacyjni CAD różnią się od przeciętnych

użytkowników komputerów tym, że używają do swojej pracy specyficznych aplikacji CAD przez wiele godzin dziennie. Odpowiednio 74% z nich twierdzi, że spędza przynajmniej 3 godziny dziennie używając aplikacji CAD, a 41% spędza przynajmniej siedem godzin dziennie.

Badania korporacyjne i akademickie wykazały dwa główne czynniki, dzięki którym myszki 3D wyraźnie poprawiają osiągnięcia osób korzystających w pracy z aplikacji 3D:

- 6 stopni swobody ruchu (6DoF), dzięki którym szybko pozycjonować można obiekty oraz sceny trójwymiarowe
- możliwość pracy obiema rękami (np. myszka 3D w jednej ręce i tradycyjna myszka 2D w drugiej).

Badanie miało na celu sprawdzenie, czy użytkownicy myszek 3D rozpoznają te czynniki w swojej pracy i czy ich zdaniem urządzenia te przyczyniają się do tworzenia wysokiej jakości projektów, sprawniejszego wyłapywania błędów i szybszej pracy.

W skali pięciopunktowej, 83% ankietowanych stwierdziło, że nawigacja w 6 stopniach swobody ruchu wykorzystywana w myszkach 3D jest „bardzo przydatna” lub „niezwykle przydatna”, a prawie połowa (49%) określa ową cechę jako „niezwykle przydatną”. Generalnie prawie wszyscy użytkownicy (95%) uważają, że 6DoF jest „przydatne” lub lepiej. Szczegółowy podział procentowy przedstawiony jest poniżej.

Najważniejsze wyniki

- **Ponad 84%** wszystkich inżynierów aplikacyjnych CAD stwierdziło **zauważalną lub znaczącą poprawę** w projektowaniu modeli oraz możliwość szybszego dostrzegania błędów projektowych dzięki używaniu myszki 3D.
- Przeciętny przyrost produktywności stwierdzony przez użytkowników CAD podczas pracy z myszkami 3D to 21%.
- Czas zwrotu inwestycji w zakup myszki 3D jest bardzo krótki: **mniej niż jeden miesiąc**.



Biorąc pod uwagę możliwość pracy równocześnie obiema rękami, 75% użytkowników określiła tę cechę jako „bardzo przydatną” lub „niezwykle przydatną” i tu również prawie połowa (49%) mówi o niej jako o „niezwykle przydatnej”. Generalnie prawie wszyscy użytkownicy (95%) uważają, że praca obiema rękami jest „przydatna” lub lepiej.



W jaki sposób czynniki te wpływają na proces projektowania produktów? Według opinii użytkowników, myszka 3D umożliwia im dużo łatwiejszą rotację, kontrolę i badanie wykonywanych projektów. Oto rezultaty:

- 85% zauważyło „wyraźną” lub „znaczącą” poprawę w projektowaniu produktów
- 84% stwierdziło, że mogą „wyraźnie” lub „znacząco” poprawić proces wykrywania błędów



A co z szybkością projektowania – czasem potrzebnym inżynierom, by stworzyć projekt produktu? Czy są szybsi (bardziej wydajni) używając myszki 3D?

Projektanci CAD stwierdzili średnio 21% wzrost produktywności przy używaniu myszki 3D w porównaniu do pracy bez niej. Ponad 86% użytkowników zauważyła

wzrost produktywności w zakresie od 10 do 50%. Poniższy wykres przedstawia odpowiedzi użytkowników.



Aby użytkownicy docenili nowy sposób pracy najważniejsza jest możliwość szybkiego „przyzwyczajenia się” do nowości. Krzywa pokazująca czas nauki korzystania z myszek 3D jest dynamiczna. Ponad połowa użytkowników (58%) przyzwyczała się do myszki 3D w ciągu pierwszej godziny pracy, a ogromnej większości (80%) zajęło to nie więcej niż 2 dni.



Co więcej prawie połowa (45%) użytkowników stwierdziła wzrost produktywności po czasie nie większym niż 2 dni, a 68% w ciągu pierwszego tygodnia używania myszki 3D.



PODSTAWOWE BADANIA INTERFEJSU UŻYTKOWNIKA

W porównaniu do bardziej powszechnych aplikacji, takich jak poczta email, czy przeglądarki internetowe, aplikacje CAD wymagają:

- częstszego wykorzystywania nawigacji (modele, widoki)
- bardziej złożonej (więcej stopni swobody) nawigacji (częstsze przesuwanie, zoom, rotacja)
- znacznie większej ilości wprowadzanych w ciągu minuty poleceń oraz częstszej manipulacji modelem w porównaniu z użytkownikami standardowymi
- znacznie większej gamy często wykorzystywanych poleceń

Bazując na obserwacjach i ankiecie przeprowadzonej

wśród użytkowników aplikacji CAD 3D, TAG szacuje, że liczba wydawanych przez nich poleceń nawigacji i pozostałych komend w ciągu minuty jest od 5 do 10 razy większa niż w wypadku pozostałych użytkowników. Konieczność szybszego wprowadzania poleceń i wykonywania czynności nawigacji zderza się z dwoma głównymi ograniczeniami charakterystycznymi dla interfejsów użytkownika w myszkach 2D:

- Monotonna nawigacja
- Interfejsy jednoręczne

Dla obu tych problemów badanie pokazuje rozwiązanie, które mogą znacznie zwiększyć przepustowość.

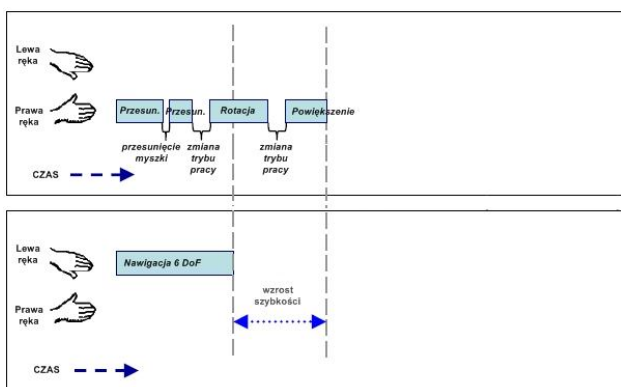
MONOTONNA NAWIGACJA

Interfejs typowy dla klawiatury i myszki 2D zapewnia odpowiednią nawigację dla powszechnych aplikacji, takich jak przeglądarki internetowe, poczta email i inne, w których scroll jest głównym narzędziem prostej nawigacji.

Aplikacje 3D CAD wymagają jednak możliwości rotowania, przesuwania, przybliżania i oddalania modeli 3D w tym samym czasie. Ów warunek 6 stopni swobody ruchu jest zupełnie niedostępny w przypadku myszek wykorzystujących tylko 2 stopnie swobody ruchu. Na przykład: użytkownik jest w stanie najpierw przesunąć model. Potem musi zmienić tryb na zoom. I następnie przełączyć tryb na rotację.

Dla porównania, wszystkie trzy elementy – przesuwanie, rotacja i zoom – mogą być osiągnięte jednym, płynnym ruchem z myszką 3D.

Porównanie to przedstawione jest poniżej, pokazując jak poprawia się szybkość nawigacji.



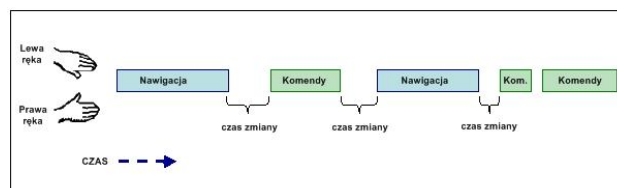
Nawigacja myszką (na górze) i urządzeniem 6DoF (na dole)

Zasugerowany tu wzrost produktywności zmierzony został w badaniach GE (Salazar i Marteau, 2004), w których siedmiu użytkowników musiało, przy pomocy myszki oraz urządzenia 6DoF, przemieścić się z jednej z ośmiu możliwych pozycji początkowych do celu, osiągając końcową orientację 3D z dokładnością +/- 1°.

Użytkownicy osiągnęli docelową pozycję 3D 1.89 raza szybciej używając myszki 3D firmy 3Dconnexion, niż klasycznej myszki.

Co więcej, wszyscy pracowali szybciej z urządzeniem 6DoF osiągając od 1,5 do 2,25 razy lepsze wyniki. Sugeruje to, że podobnie będzie w przypadku większości użytkowników.

Koncepcyjny model opracowany przez badaczy akademickich dostarcza użytecznej reprezentacji graficznej dla zrozumienia pojęcia przepustowości interfejsu użytkownika.



Model przepustowości interfejsu użytkownika

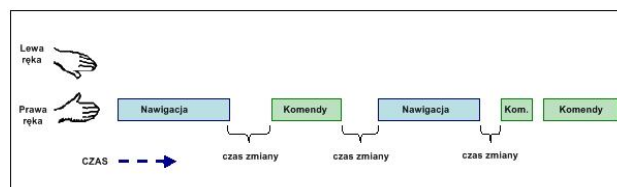
(źródło: W. Buxton, M. Billinghurst, Y. Guiard, A. Sellen oraz S. Zhai, 2002)

Model ten pokazuje kierowanie interfejsem (dziś i w najbliższej przyszłości) za pomocą prawej i lewej ręki, zarówno zarządzającej nawigacją, jak i wydającej komendy. Przepustowość interfejsu użytkownika to w uproszczeniu czas potrzebny na wydanie pewnej liczby komend w celu wykonania jednej z funkcji aplikacji.

INTERFEJSY JEDNORĘCZNE

Pomimo że wszystkie polecenia użytkownika są wprowadzane prawą i lewą ręką, w rzeczywistości lewa ręka jest zwykle prawie beczynna poza okresowym naciskaniem klawiszy zmiany trybu pracy (np.: Ctrl, Shift, Alt). Stąd nazwa: jednoręczny interfejs.

Z modelu pokazanego poniżej wynika, że prawą ręką (dla użytkowników praworęcznych) wykonywana jest prawie cała praca, co tworzy w zasadzie jeden strumień wejściowy poleceń.



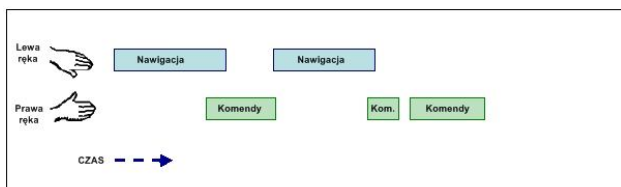
Jednoręczny interfejs

Trzeba zauważyć, że użytkownik traci często czas na przełączanie się z jednego trybu pracy na drugi. Najbliższy uniwersalny przykład to przełączanie się między nawigacją a wybieraniem. Prawa ręka najpierw nawiguje modelem, ustawiając go w odpowiedniej pozycji przy pomocy myszki. Potem użytkownik „przełącza tryb” na taki, w którym myszka staje się narzędziem wybierającym daną komendę. Proces ten

powtarza się w nieskończoność.

Zauważyć tu można brak równorzędności: użytkownik może albo nawigować albo wybierać komendy, ale nie jest w stanie robić obu tych rzeczy jednocześnie.

Interfejs dwuręczny zmienia sposób działania, tak jak pokazano poniżej.

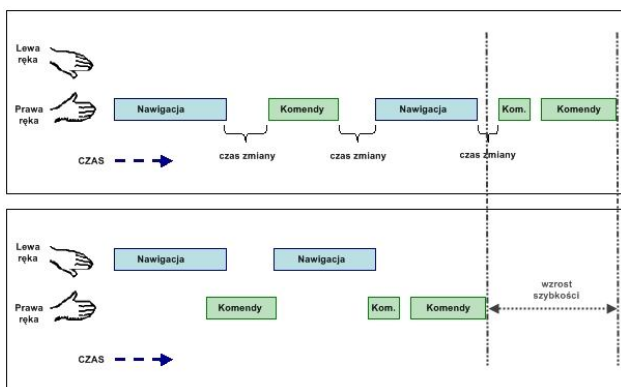


Dwuręczny interfejs

Ze względu na to, że każda ręka ma narzędzie spełniające swoje zadanie (np. nawigacja i wybieranie komend), użytkownik nie musi „przełączać” prawej ręki z trybu nawigacji do trybu komend i z powrotem. Likwidacja niepotrzebnych działań ręką wyraźnie redukuje wymagania przepustowości.

Ludzka fizjologia pozwala na równoczesne działania, które mogą być zsynchronizowane ze sobą, co zaoszczędza dodatkową przestrzeń w przepustowości. Równoczesność ta jest zobrazowana na powyższej ilustracji jako częściowe zachodzenie na siebie nawigacji i komend: użytkownik może uruchomić komendę prawą ręką, podczas gdy lewa ręka zajęta jest nawigowaniem.

Porównanie osiągnięć interfejsu jednoręcznego i dwuręcznego pokazane jest poniżej.



Przepustowość interfejsu jednoręcznego (diagram wyższy) i dwuręcznego (diagram niższy)

Przedstawiony powyżej model koncepcyjny został potwierdzony w badaniach przeprowadzonych przez firmę IBM (Zhai, 1997), z których wywnioskowano, że dwuręczny interfejs był w zadaniach nawigacji i selekcji 1,36 razy szybszy od używanej samodzielnie myszki.

Reasumując, podstawowe czynniki bezpośredniej, dwuręcznej nawigacji wykorzystującej 6 stopni swobody ruchu zapewniają fundament dla 21% wzrostu produktywności pokazanej w sondażu. Dlatego też, z

punktu widzenia użytkownika CAD, zakup myszek 3D jest mądrą decyzją. Ale czy jest to również mądra inwestycja? W szczególności, czy inwestycją w myszki 3D ma dobry ekonomiczny sens?

EKONOMICZNY ZWROT ZAKUPU MYSZEK 3D

ROI (Return on Investment – zwrot inwestycji) dotyczący zakupu myszek 3D dla inżynierów określony będzie trzema głównymi czynnikami:

- Koszt myszki 3D
- Wysokość wynagrodzenia inżyniera CAD
- Przyrost produktywności jako rezultat użytkowania myszki 3D

W celu oceny tego typu inwestycji, firmy korzystają z dwóch powszechnych macierzy: czas zwrotu inwestycji i ROI w skali rocznej.

Czas zwrotu pokazuje, jak szybko koszt inwestycji będzie w pełni pokryty. Kalkulacja przeprowadzana jest w następujący sposób:

$$\text{Czas zwrotu inwestycji w latach} = \frac{\text{koszt myszki 3D}}{(\text{koszt zatrudnienia inżyniera pracującego w CAD} * \text{przyrost produktywności})}$$

Dwie z tych zmiennych są względnie określone: koszt zakupu myszki 3D i koszt zatrudnienia inżyniera. Krytyczna zmienna – przyrost produktywności – jest znana z badań przeprowadzonych wśród użytkowników myszek 3D.

Wartości te określają wpływ na osiąganie ekonomicznych zwrotów inwestycji w myszki 3D dla inżynierów aplikacyjnych CAD.

Przedział cenowy urządzeń firmy 3Dconnexion kształtuje się od 99EUR do 499EUR. Wiele firm decyduje się na zakup modeli z wyższej półki: SpaceExplorer (299EUR) SpacePilot (399EUR), czy SpacePilot PRO (499EUR) ze względu na ich większą funkcjonalność. W poniższej analizie wykorzystaliśmy koszt SpacePilot'a – 399EUR.

Na różnych stronach internetowych można znaleźć podział wysokości płac ze względu na zajmowane stanowisko. W naszym przypadku oszacowaliśmy przeciętną pensję inżyniera aplikacyjnego CAD na rok 2008 na poziomie 58.000 EUR.



Wartość ta będzie się oczywiście różniła pod względem wielu różnych czynników jak lata doświadczenia,

lokalizacja i rodzaj przemysłu. Ogólnie jednak inżynierowie aplikacyjni CAD 3D zarabiają więcej niż inżynierowie aplikacyjni CAD 2D.

Dodatkowe korzyści pracownicze (urlop, ubezpieczenie zdrowotne, itp.) stanowią średnio 25% pensji podstawowej, przeciętny koszt zatrudnienia inżyniera aplikacyjnego CAD wraz z tymi dodatkami wynosi więc 72.500 EUR.

Pozostałe koszty (pomieszczenie, wyposażenie biura, itp.) dodatkowo wlicza się do kosztów ogólnych. Z uwagi jednak na brak solidnych danych, czynnik ten zostanie pominięty w poniższej analizie.

WZROST PRODUKTYWNOŚCI A MYSZKI 3D

Przyrost produktywności wynikający z użytkowania myszki 3D kalkulowany jest z iloczynu przyrostu produktywności przedstawionego w naszych badaniach i średniej ilości godzin dziennie, które inżynier aplikacyjny spędza na pracy z aplikacjami CAD 3D.

Przeciętny przyrost produktywności raportowany przez 190 użytkowników myszki 3D wyniósł 21%. Średni czas spędzany w ciągu dnia na pracy z aplikacjami CAD to pięć godzin; w kalkulacjach zostanie użyta bezpieczna wartość: 50% dnia. Mnożąc przez siebie obie te wartości otrzymamy średni wzrost produktywności na poziomie 10,5%.

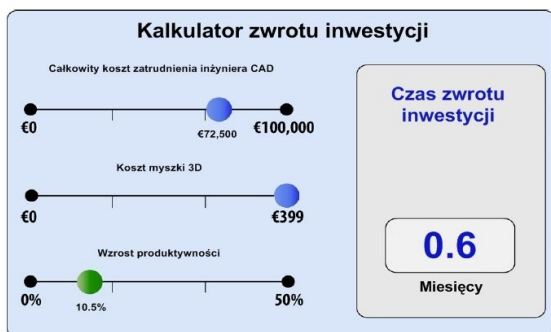
Używając wcześniejszego działania na czas zwrotu:

$$\text{Czas zwrotu inwestycji w latach} = \frac{\text{koszt myszki 3D}}{(\text{roczny koszt zatrudnienia inżyniera pracującego w CAD} * \text{przyrost produktywności})}$$

otrzymujemy następujące wyniki:

$$€399 / (€72,500 * 10.5\%) = .052 \text{ roku (19 dni)}$$

Oznacza to, że inwestycja w myszkę 3D zwróci się w, średnio, mniej niż miesiąc.



OSTATECZNE WNIOSKI

Powyższy raport przygotowany został w celu zweryfikowania powszechnych twierdzeń mówiących, że myszki 3D mogą znacznie podnieść produktywność inżynierów aplikacyjnych CAD. Po przebadaniu 190 aktywnych użytkowników myszek 3D okazuje się, że faktycznie inżynierowie aplikacyjni CAD doświadczają wyraźnej, ponad 20% poprawy pracy dzięki wykorzystaniu myszek 3D w aplikacjach CAD 3D.

Podstawowe badania interfejsu użytkownika potwierdzają, że nawigacja z sześcioma stopniami swobody ruchu i praca obiema rękami równocześnie to czołowe czynniki prowadzące do polepszenia ich pracy.

Na koniec udowodnione zostało również, że inwestycja w myszkę 3D może zwrócić się niesamowicie szybko – krócej niż w miesiąc – co prowadzi do konkluzji, że zakup myszek 3D jest faktycznie mądrą inwestycją.

BIBLIOGRAFIA

Salazar, P. and Marteau, J-M. (2004) Designing a 3D Input Device for Interventional Radiology GE Healthcare, Global Industrial Design Department.

Zhai, S. (1995) Human Performance in Six Degree of Freedom Input Control, Ph.D. Thesis, University of Toronto.

Zhai, S., Smith, B., and Selker, T. (1997) Improving Browsing Performance: A Study of Four Input Devices for Scrolling and Pointing Tasks. *Proceedings of INTERACT '97*.