

Raport z badań: Ocena ergonomii myszy 3D

Wprowadzenie

Myszy 3D stanowią pomocne narzędzie podczas obsługi oprogramowania typu CAD. Firma 3Dconnexion GmbH zwróciła się do Instytutu Fraunhofera ds. Inżynierii Przemysłowej (Fraunhofer Institute for Industrial Engineering – IAO) z prośbą o przeprowadzenie studium naukowego w celu oceny korzyści płynących z użytkowania urządzenia SpaceMouse Enterprise w kontekście ergonomii pracy. Studium obejmowało analizę aspektów związanych ze zdrowiem, takich jak nadmierne obciążanie układu dłoń-ramię oraz wpływ na postawę ciała utrzymywaną w pozycji siedzącej, jak również kwestii funkcjonalności i komfortu użytkownika urządzenia. Ponadto w warunkach laboratoryjnych dokonano również analizy wpływu zastosowania urządzenia na wydajność pracy użytkownika.

Metodologia

Studium zostało podzielone na etap badań laboratoryjnych i etap obserwacji terenowych. Celem *badania laboratoryjnego* było dokonanie pomiaru i obserwacji kwestii związanych z czynnikiem ludzkim, aspektów zdrowotnych, a także wydajności pracy. Przedmiotowa część badania została przeprowadzona przy udziale 14 studentów inżynierii uczestniczących w zaawansowanym kursie obsługi oprogramowania CAD na Uniwersytecie w Stuttgarcie. W badaniu wzięło udział dwunastu mężczyzn i dwie kobiety, a średnia wieku uczestników wynosiła 23 lata. Wszyscy korzystali z myszy przy użyciu prawej ręki, pomimo że jedynie dwunastu uczestników badania było praworęcznych. Średnio każdy z uczestników posiadał około dwóch lat doświadczenia w zakresie obsługi programów CAD i żaden z nich nie korzystał wcześniej z myszy 3D do celów innych niż testowanie produktu.

Uczestnicy otrzymali do realizacji standaryzowane, randomizowane zadanie w zakresie projektów CAD. Przebieg pracy został poddany obserwacji, przy czym realizacja zadania miała odbyć się przy wykorzystaniu oprogramowania NX 10 oraz tradycyjnego układu klawiatury i myszy komputerowej. Po upływie tygodniowego okresu szkoleniowego w zakresie obsługi dostarczonej myszy 3D uczestnikom badania przedstawiono kolejne zadanie do realizacji, podobne do poprzedniego, lecz tym razem przeznaczone do wykonania przy użyciu myszy 3D. Oba zadania charakteryzowały się podobnym stopniem trudności, lecz każde z nich wymagało użycia innego zestawu narzędzi. W trakcie realizacji zadań rejestrowano wszystkie ruchy myszy oraz wykonane kliknięcia przycisków przy jednoczesnej obserwacji postawy ciała użytkownika (zob. rys. 1 i 2).



Rys. 1 Monitorowanie postaw dwóch uczestników badania podczas realizacji zadania CAD

W ramach *obserwacji terenowych* badanie skupiono na grupie zawodowych użytkowników oprogramowania CAD wykonujących codzienne obowiązki przy jego użyciu. W badaniu wzięło udział ośmiu mężczyzn i dwie kobiety, a średnia wieku uczestników wyniosła 38 lat. Wszyscy uczestnicy badania byli praworęczni, średnio każdy z nich posiadał około czternastu lat doświadczenia w zakresie obsługi programów CAD (0,5 roku-30 lat) i wykonywał pracę przy użyciu oprogramowania CAD przez 6 godzin dziennie, przy czym czterech uczestników korzystało już z myszy 3D marki 3Dconnexion. Uczestnicy badania prowadzą działalność zawodową w dziedzinie prac inżynierskich, projektowania lub usług doradczych.

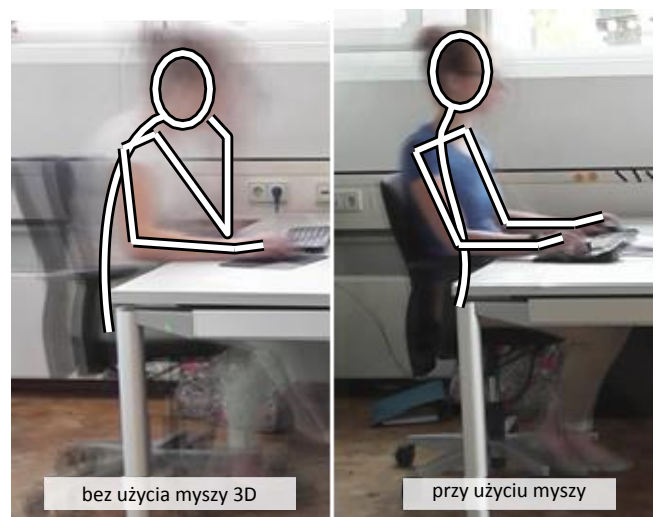
Przedmiotowa część badania oparta była na częściowo strukturalizowanych wywiadach, a także na standaryzowanych, zatwierdzonych kwestionariuszach SUS¹ i AttrakDiff². Podobnie jak w przypadku badania laboratoryjnego przeprowadzono analizę dwóch rodzajów warunków pracy: przy użyciu myszy 3D oraz bez jej pomocy. Czterech uczestników badania, których korzystało dotąd z myszy 3D, zaprzestało korzystania z niej na okres trzech tygodni. Sześciorgu uczestnikom, którzy nie korzystali dotąd z myszy 3D, dostarczono urządzenie SpaceMouse Enterprise. Wywiady przeprowadzono przed rozpoczęciem trzytygodniowego okresu pracy z nowym urządzeniem oraz po jego zakończeniu.

Wyniki

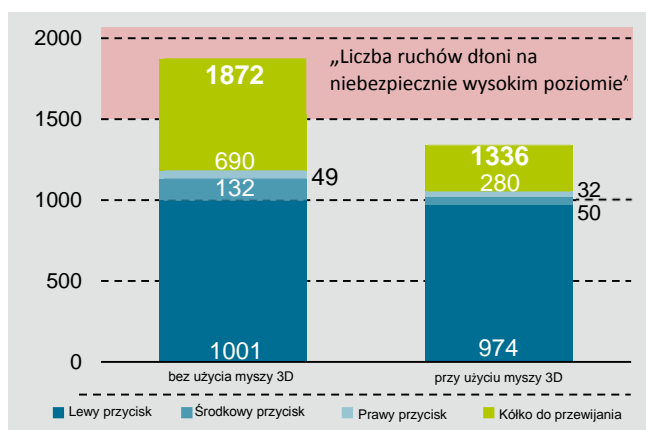
Zdrowie

Istnieją przekonujące dowody na to, że podczas korzystania z myszy 3D jej użytkownik utrzymuje zdrowszą postawę ciała w pozycji siedzącej – wyprostowaną i podpartą na fotelu – dzięki umieszczeniu obu rąk na biurku podczas pracy w oprogramowaniu CAD (zob. rys. 2 – przykład postawy uczestnika badania). Pozytywne efekty w zakresie postawy ciała wskazano również w odpowiedziach udzielonych w trakcie wywiadów terenowych.

Mysz 3D przejmuje zadania tradycyjnie wykonywane przy użyciu myszy przeznaczonych dla osób praworęcznych, dzięki czemu obciążenie na linii dłoń-ramię ulega znacznemu ograniczeniu.



Rys. 2 Zmiana postawy ciała w pozycji siedzącej



Rys. 3 Ruchy palców na godzinę $t(13) = 2,52, p = 0,028$

Liczba ruchów kółka do przewijania (używanego w oprogramowaniu NX do przybliżania i oddalania obrazu modelu) ulega znacznemu zmniejszeniu ($t(13) = 2,52, p = 0,028$), co prowadzi do całkowitego ograniczenia liczby ruchów palców o 28,6% (zob. rys. 3). To z kolei prowadzi do ograniczenia liczby ruchów palców z poziomu „niebezpiecznego” (ponad 1500 ruchów na godzinę) do poziomu „akceptowalnego”.

Liczba kliknięć przycisków myszy oraz odległość pokonana przez mysz nie uległy znaczącemu zmniejszeniu w trakcie badania laboratoryjnego. Niemniej jednak przewiduje się, że liczba kliknięć i pokonywane przez urządzenie odległości w profesjonalnym otoczeniu pracy zostaną ograniczone z uwagi na częstsze wykorzystywanie klawiszy funkcyjnych i rzadsze korzystanie z tradycyjnej myszy komputerowej do obsługi menu aplikacji CAD. Powyższa hipoteza została potwierdzona podczas obserwacji terenowych przez wszystkich uczestników; stwierdzili oni, że podczas pracy obciążenie obu dłoni jest rozłożone w sposób bardziej równomierny. Trzech uczestników cierpiących na zapalenie pochewki ścięgnowej prawego ramienia odnotowało mniejsze obciążenie przy użyciu myszy 3D.

Wydajność

Podczas korzystania z myszy 3D istnieje możliwość znaczącego zwiększenia wydajności pracy użytkownika. W ramach badania laboratoryjnego czas potrzebny na realizację randomizowanego zadania przy użyciu myszy 3D zmniejszył się o 28% (z 96 minut do 68 minut na realizację każdego z zadań; $t(13) = 5,28, p < 0,001$). Dwa czynniki mylące mogły mieć wpływ na opisany rezultat w obu kierunkach: osoby poddane badaniu mogły uzyskać szybszy czas wykonania zadań w aplikacji CAD dzięki zwiększonemu szkoleniu. Z drugiej jednak strony tygodniowy okres szkolenia w niepełnym wymiarze godzin nie jest wystarczający, aby użytkownik potrafił w pełni wykorzystać zalety myszy 3D i jej funkcji, co stanowi zatem czynnik spowalniający pracę uczestników badania.

W kontekście zawodowym wydajność pracy między wieloma stanowiskami może zostać zwiększona przez zapewnienie bardziej efektywnego sposobu przekazywania ustawień osobistych pomiędzy poszczególnymi obszarami roboczymi.

W przypadku początkujących użytkowników urządzenia instrukcje jego użytkowania powinny być prezentowane w bardziej widoczny sposób, jak również powinny zostać przedstawione w sposób bardziej szczegółowy, aby ułatwić pierwsze kroki pracy z urządzeniem.

Użyteczność i komfort użytkownika

Stwierdzono, iż praca przy wykorzystaniu urządzenia

SpaceMouse Enterprise w kontekście zawodowym charakteryzuje się doskonałym poziomem użyteczności, odzwierciedlonym w postaci wyniku 86,3 w skali SUS w porównaniu do poziomu użyteczności określanego jedynie jako dobry (SUS: 62,3) w przypadku tradycyjnego modelu pracy przy użyciu klawiatury i standardowej myszy komputerowej.

Wyniki kwestionariusza AttrakDiff wykazują bardzo wysoki poziom komfortu użytkownika urządzenia, odzwierciedlony przez wysoki wskaźnik w odniesieniu do aspektu hedonicznego („Czy produkt jest zachęcający?”) i pragmatycznego („Czy użytkownik osiąga zamierzone cele?”), a także przez wysoki poziom atrakcyjności dla użytkownika docelowego.

Po upływie 1,5 tygodnia pięciu z sześciu uczestników badania określiło stopień trudności pracy przy użyciu myszy 3D jako średnio trudny; po upływie trzech tygodni pięciu z sześciu uczestników określiło stopień trudności jako łatwy lub bardzo łatwy. Użytkowanie programu CAD określono jako bardziej „płynne” i bardziej „harmonijne” przy wykorzystaniu myszy 3D.

Uczestnicy badania, którzy korzystali z myszy 3D po raz pierwszy (zarówno w badaniu laboratoryjnym, jak i terenowym), zgłosili nieintuicyjny kierunek osi drążka przy pierwszym użyciu urządzenia. Dla tych użytkowników mogłoby być pomocne udzielenie lepszych instrukcji w zakresie sposobu korzystania z drążka myszy 3D. Ponadto przydzielenie klawiszy funkcyjnych do piktoqramów objaśniających prezentowanych na wyświetlaczu urządzenia mogłoby zostać zoptymalizowane poprzez zmniejszenie przestrzeni między oboma obszarami.

Podsumowanie

W ogólnym ujęciu stwierdzono, że podczas pracy przy użyciu urządzenia SpaceMouse Enterprise użytkownik utrzymuje zdrowszą postawę ciała i odnotowuje mniejsze obciążenie dominującego układu dłoń-ramię. Urządzenie charakteryzuje wysoki poziom użyteczności, a praca w aplikacjach CAD przy jego użyciu staje się w widoczny sposób bardziej wydajna.

Stuttgart, 15.12.2016 r.

Pablo Theissen, M. Sc.

Zespół Kompetencyjny ds. Inżynierii Czynników Ludzkich, Instytut Fraunhofera ds. Inżynierii Przemysłowej (IAO)

i Brooke, J. (1986). SUS: a „quick and dirty” usability scale. *Usability Evaluation in Industry*. Londyn, Taylor and Francis.

ii Hassenzahl, M., Platze, A., Burmester, M. & Lehner, K. (2000). Hedonic and ergonomic quality aspects determine a software's appeal. *Proceedings of the CHI 2000 Conference on Human Factors in Computing*. Haga, Holandia

iii Salvendy, G. (2012). *Handbook of human factors and ergonomics* (s. 828-836). Nowy Jork, USA, John Wiley & Sons, Inc.