Interakcja człowiek–komputer (HCI)

Wzajemny wpływ człowieka i systemów

Po wykładzie student wyjaśnia, oblicza, porównuje i ocenia

- wyjaśnia użyteczność wg ISO 9241-11 [1] i przepaści wykonania oraz oceny [2],
- oblicza wskaźnik trudności zadania wskazywania (prawo Fittsa) [3],
- ocenia interfejs heurystykami [4] i skalą SUS [5],
- porównuje wpływ systemów na poznanie i zachowanie człowieka z wpływem człowieka na uczenie się maszyn,
- opisuje potok informatyki afektywnej i jej ograniczenia,
- dobiera technologię XR i ocenia ryzyko choroby symulatorowej.

Pytanie otwierające: który kierunek wpływu – człowiek → komputer czy komputer → człowiek – łatwiej zmierzyć i dlaczego?

Użyteczność to skuteczność, wydajność i satysfakcja w określonym kontekście

Skuteczność

Czy użytkownik osiąga cel? Miara: odsetek ukończonych zadań.

Wydajność

Jakim kosztem? Miary: czas zadania, liczba błędów, liczba kliknięć.

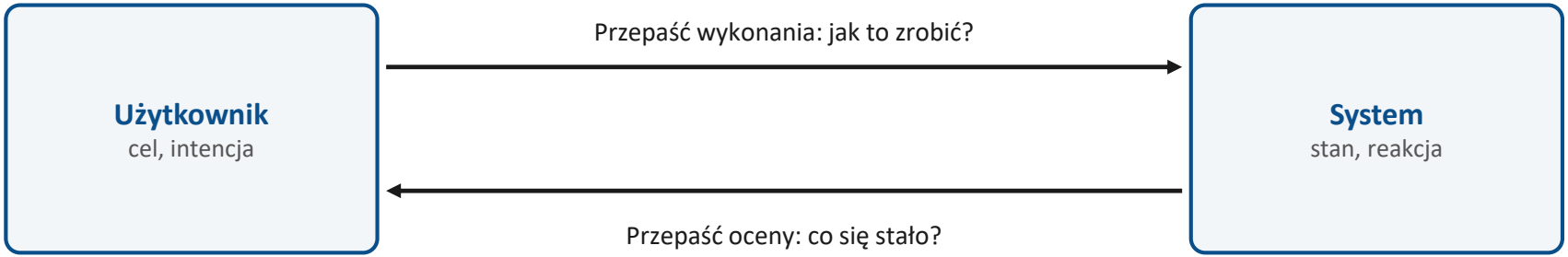
Satysfakcja

Jak użytkownik ocenia interakcję? Miary: kwestionariusze, np. SUS.

- Użyteczność dotyczy konkretnych użytkowników, celów i kontekstu, a nie produktu „w ogóle” [1].
- Proces projektowania zorientowanego na człowieka opisuje ISO 9241-210 [6].

Źródła: [1], [6]

Błędy interakcji powstają w przepaściach wykonania i oceny



- Przepaść wykonania zmniejszają czytelne afordancje i ograniczenia [2].
- Przepaść oceny zmniejsza natychmiastowe, zrozumiałe sprzężenie zwrotne [2].

Sprawdź siebie: do której przepaści zaliczysz przycisk „Zapisz”, po którego naciśnięciu nic się nie zmienia na ekranie?

Źródła: [2]

Czas wskazywania i czas wyboru można przewidzieć ilościowo

Prawo Fittsa [3], [7]

$$MT = a + b \cdot \log_2(D/W + 1)$$

D – odległość, W – szerokość celu, a, b – stałe empiryczne (zależą od urządzenia i użytkownika).

D = 200 mm, W = 20 mm: ID = $\log_2(11) \approx 3{,}46$ bita; dla W = 40 mm: ID = $\log_2(6) \approx 2{,}58$ bita.

Prawo Hicka–Hymana [8]

$$RT = a + b \cdot \log_2(n + 1)$$

n – liczba równie prawdopodobnych opcji.

n = 7: $\log_2(8) = 3$ bity; n = 15: $\log_2(16) = 4$ bity. Podwojenie liczby opcji dodaje stały przyrost czasu, nie podwaja go.

Zadanie: jak zmieni się ID Fittsa, gdy podwoisz zarówno D, jak i W? Uzasadnij.

Źródła: [3], [7], [8]

Heurystyki i SUS wykrywają problemy, lecz nie zastępują badań z użytkownikami

Heurystyki Nielsena (1–5) [4]

widoczność stanu systemu

zgodność z rzeczywistością

kontrola i swoboda użytkownika

spójność i standardy

zapobieganie błędom

Heurystyki Nielsena (6–10) [4]

rozpoznawanie zamiast przypominania

elastyczność i wydajność użycia

estetyczny, minimalistyczny projekt

pomoc w rozpoznaniu i naprawie błędów

pomoc i dokumentacja

Skala SUS [5]

10 pytań, skala 1–5, wynik przeliczany na 0–100. Wynik pojedynczego interfejsu ma sens głównie w porównaniu (wersje, konkurenci). Ocena heurystyczna zależy od kompetencji oceniających.

Źródła: [4], [5]

Systemy zmieniają sposób, w jaki człowiek zapamiętuje, decyduje i ufa

Pamięć i odciążenie poznawcze

W badaniach Sparrow i wsp. osoby spodziewające się dostępu do informacji gorzej pamiętały jej treść, lepiej – gdzie jej szukać [9].

Automatyzacja i zaufanie

Przegląd badań wskazuje, że nadmierne poleganie na automacie prowadzi do przeoczeń, gdy automat zawodzi [10].

Wniosek projektowy

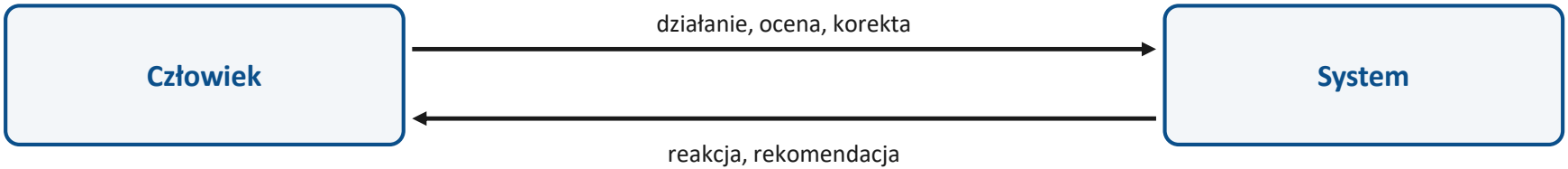
System powinien wspierać rozumowanie, a nie je zastępować: pokazywać niepewność i uzasadnienie rekomendacji (interpretacja prowadzącego).

Sprawdź siebie: podaj sytuację, w której poleganie na systemie jest racjonalne, i taką, w której staje się błędem.

Źródła: [9], [10]

Człowiek kształtuje system: dane, korekty i preferencje stają się sygnałem uczącym

- Interaktywne uczenie maszynowe: użytkownik na bieżąco dostarcza przykłady i korekty, a model się aktualizuje [11].
- Uczenie ze wzmocnieniem z preferencji człowieka: model nagrody uczony z ocen porównawczych zachowań [12].
- Współadaptacja: system dopasowuje się do użytkownika, a użytkownik do systemu.



Zadanie: jakie ryzyko powstaje, gdy sygnałem uczącym są preferencje niereprezentatywnej grupy użytkowników?

Źródła: [11], [12]

Interakcja człowiek–robot łączy wymagania HCI z fizyczną obecnością i autonomią maszyny

Zakres HRI [13]

Interakcja zależy m.in. od poziomu autonomii robota i roli człowieka (operator, nadzorca, współpracownik, osoba postronna). Cel projektowy dla humanoidów: czytelność zamiarów robota (mowa, gest, kierunek wzroku).

Postrzeganie robota [15]

Kwestionariusz Godspeed mierzy pięć wymiarów: antropomorfizm, ożywienie, sympatię, postrzeganą inteligencję i postrzegane bezpieczeństwo.

Dolina niesamowitości [14]

Hipoteza Moriego: sympatia rośnie z podobieństwem do człowieka, po czym gwałtownie spada. To hipoteza, a dane empiryczne są niejednoznaczne.

Sprawdź siebie: czym różni się bezpieczeństwo rzeczywiste robota od postrzeganego i jak każde z nich zmierzysz?

Źródła: [13], [14], [15]

Zaufanie do robota powinno być skalibrowane, a bezpieczeństwo fizyczne zapewnione technicznie

Kalibracja zaufania [16]

Zaufanie zbyt duże prowadzi do nadużywania automatu, zbyt małe – do jego niewykorzystywania. Cel: poziom zaufania zgodny z rzeczywistą niezawodnością robota. Interfejs powinien jawnie komunikować ograniczenia i niepewność robota.

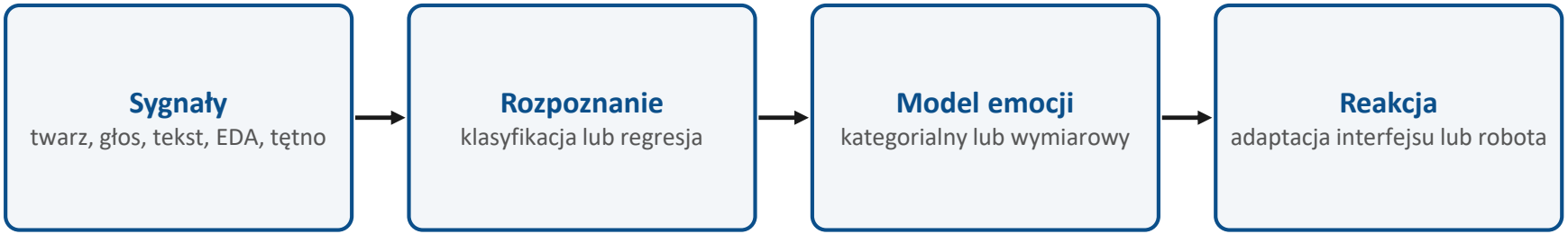
Współpraca fizyczna [17]

ISO/TS 15066 opisuje wymagania dla robotów współpracujących i wyróżnia cztery formy współpracy: zatrzymanie z monitorowaniem, prowadzenie ręczne, monitorowanie prędkości i odległości oraz ograniczanie mocy i siły.

Przypadek: robot humanoidalny podaje narzędzia operatorowi. Który tryb współpracy wybierzesz i dlaczego?

Źródła: [16], [17]

Informatyka afektywna buduje potok: pomiar sygnałów, rozpoznanie, model i reakcja systemu



- Dziedzinę zdefiniowała Picard w 1997 r. [18].
- Model wymiarowy Russella opisuje stan przez walencję i pobudzenie [19]; model kategorialny opiera się na emocjach podstawowych Ekmana [20].
- Wybór modelu determinuje typ zadania: klasyfikacja etykiet lub regresja wartości ciągłych.

Zadanie: dobierz sygnały dla asystenta w samochodzie i wskaż ich ograniczenia.

Źródła: [18], [19], [20]

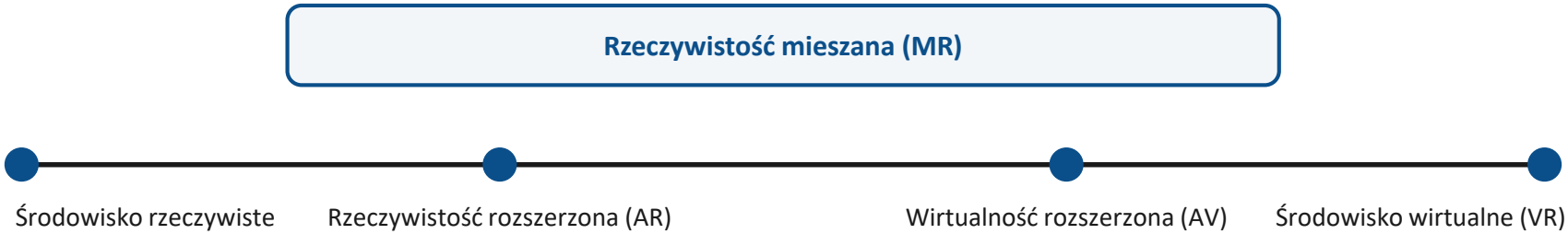
Rozpoznawanie emocji ma ograniczenia naukowe i prawne

- Przegląd Barrett i wsp.: konfiguracje mimiczne nie mapują się jednoznacznie na stany emocjonalne; zależą od kontekstu, kultury i osoby [21].
- Etykiety „emocji” w zbiorach danych opisują zazwyczaj ekspresję lub ocenę adnotatora, a nie stan wewnętrzny.
- Rozporządzenie UE 2024/1689 (AI Act) ogranicza systemy wnioskujące o emocjach w miejscu pracy i edukacji, z wyjątkami medycznymi i bezpieczeństwa [22]. Zweryfikuj aktualny zakres przepisów.
- Wniosek: raportuj wynik jako estymatę z niepewnością, testuj na różnych grupach, zapewnij zgodę i możliwość wyłączenia.

Pytanie: jakie dane pozwoliłyby uznać, że model rozpoznaje emocję, a nie tylko ekspresję?

Źródła: [21], [22]

XR obejmuje kontinuum od rzeczywistości do wirtualności, a kluczową cechą jest poczucie obecności



- Kontinuum rzeczywistość–wirtualność porządkuje wyświetlacze według udziału elementów rzeczywistych i wirtualnych [23].
- Obecność wg Slatera składa się z iluzji miejsca i iluzji wiarygodności zdarzeń [24].

Sprawdź siebie: w którym miejscu kontinuum umieścisz aplikację nakładającą instrukcję montażu na obraz z kamery smartfona?

Źródła: [23], [24]

Interakcja w XR wymaga dopasowania modalności do zadania i kontroli choroby symulatorowej

Modalności

Kontrolery 6DoF, śledzenie dłoni, śledzenie wzroku, głos. Wybór zależy od zadania, dokładności i zmęczenia. Miary wydajności z klasycznego HCI (czas, błędy) stosuje się także w XR.

Choroba symulatorowa [25]

Kwestionariusz SSQ ma 16 objawów w trzech grupach: nudności, objawy oculomotoryczne i dezorientacja. Zjawisko wiąże się często z konfliktem bodźców wzrokowych i przedsionkowych.

Wniosek projektowy

Minimalizuj opóźnienie i niezamierzony ruch kamery, daj użytkownikowi kontrolę nad lokomocją (interpretacja prowadzącego).

Zadanie: zaprojektuj porównanie dwóch metod lokomocji w VR. Jakie miary zbierzesz?

Źródła: [25]

Podsumowanie: XR, robot i modele afektywne tworzą jedną pętlę interakcji

- Użyteczność jest własnością interakcji w kontekście, mierzoną skutecznością, wydajnością i satysfakcją [1].
- Wpływ jest dwukierunkowy: system zmienia poznanie i zaufanie człowieka [9], [10], a człowiek uczy system [11], [12].
- HRI dodaje fizyczną obecność i autonomię, więc wymaga kalibracji zaufania i gwarancji bezpieczeństwa [16], [17].
- Informatyka afektywna daje estymaty stanów, nie pewność; ma ograniczenia naukowe i prawne [21], [22].
- XR jest interfejsem o własnych ryzykach ergonomicznych, w tym chorobie symulatorowej [25].

Zadanie końcowe: zaprojektuj teleoperację robota humanoidalnego w XR ze sprzężeniem afektywnym. Wskaż trzy ryzyka i miary ich oceny.

Bibliografia (IEEE), cz. 1

[1] ISO 9241-11:2018, Ergonomics of human-system interaction – Part 11: Usability: Definitions and concepts, ISO, Geneva, 2018.

[2] D. A. Norman, The Design of Everyday Things, rev. ed. New York, NY, USA: Basic Books, 2013.

[3] P. M. Fitts, “The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement,” J. Exp. Psychol., vol. 47, no. 6, pp. 381–391, 1954.

[4] J. Nielsen, “Enhancing the explanatory power of usability heuristics,” in Proc. ACM CHI ’94, Boston, MA, USA, 1994, pp. 152–158.

[5] J. Brooke, “SUS: A ‘quick and dirty’ usability scale,” in Usability Evaluation in Industry, London, U.K.: Taylor & Francis, 1996, pp. 189–194.

[6] ISO 9241-210:2019, Ergonomics of human-system interaction – Part 210: Human-centred design for interactive systems, ISO, Geneva, 2019.

[7] I. S. MacKenzie, “Fitts’ law as a research and design tool in human-computer interaction,” Human–Computer Interaction, vol. 7, no. 1, pp. 91–139, 1992.

[8] W. E. Hick, “On the rate of gain of information,” Quart. J. Exp. Psychol., vol. 4, no. 1, pp. 11–26, 1952.

[9] B. Sparrow, J. Liu, and D. M. Wegner, “Google effects on memory: Cognitive consequences of having information at our fingertips,” Science, vol. 333, no. 6043, pp. 776–778, 2011.

[10] R. Parasuraman and D. H. Manzey, “Complacency and bias in human use of automation: An attentional integration,” Human Factors, vol. 52, no. 3, pp. 381–410, 2010.

[11] S. Amershi, M. Cakmak, W. B. Knox, and T. Kulesza, “Power to the people: The role of humans in interactive machine learning,” AI Mag., vol. 35, no. 4, pp. 105–120, 2014.

[12] P. F. Christiano et al., “Deep reinforcement learning from human preferences,” in Adv. Neural Inf. Process. Syst. 30 (NeurIPS), 2017.

[13] M. A. Goodrich and A. C. Schultz, “Human–robot interaction: A survey,” Found. Trends Hum.–Comput. Interact., vol. 1, no. 3, pp. 203–275, 2007.

Bibliografia (IEEE), cz. 2

[14] M. Mori, K. F. MacDorman, and N. Kageki, “The uncanny valley [From the field],” IEEE Robot. Autom. Mag., vol. 19, no. 2, pp. 98–100, 2012.

[15] C. Bartneck, D. Kulić, E. Croft, and S. Zoghbi, “Measurement instruments for the anthropomorphism, animacy, likeability, perceived intelligence, and perceived safety of robots,” Int. J. Soc. Robot., vol. 1, no. 1, pp. 71–81, 2009.

[16] J. D. Lee and K. A. See, “Trust in automation: Designing for appropriate reliance,” Human Factors, vol. 46, no. 1, pp. 50–80, 2004.

[17] ISO/TS 15066:2016, Robots and robotic devices – Collaborative robots, ISO, Geneva, 2016.

[18] R. W. Picard, Affective Computing. Cambridge, MA, USA: MIT Press, 1997.

[19] J. A. Russell, “A circumplex model of affect,” J. Pers. Soc. Psychol., vol. 39, no. 6, pp. 1161–1178, 1980.

[20] P. Ekman, “An argument for basic emotions,” Cogn. Emot., vol. 6, no. 3–4, pp. 169–200, 1992.

[21] L. F. Barrett, R. Adolphs, S. Marsella, A. M. Martinez, and S. D. Pollak, “Emotional expressions reconsidered: Challenges to inferring emotion from human facial movements,” Psychol. Sci. Public Interest, vol. 20, no. 1, pp. 1–68, 2019.

[22] Regulation (EU) 2024/1689 of the European Parliament and of the Council (Artificial Intelligence Act), Off. J. Eur. Union, 2024.

[23] P. Milgram and F. Kishino, “A taxonomy of mixed reality visual displays,” IEICE Trans. Inf. Syst., vol. E77-D, no. 12, pp. 1321–1329, 1994.

[24] M. Slater, “Place illusion and plausibility illusion in virtual environments,” Philos. Trans. R. Soc. B, vol. 364, no. 1535, pp. 3549–3557, 2009.

[25] R. S. Kennedy, N. E. Lane, K. S. Berbaum, and M. G. Lilienthal, “Simulator sickness questionnaire: An enhanced method for quantifying simulator sickness,” Int. J. Aviat. Psychol., vol. 3, no. 3, pp. 203–220, 1993.