

Eryka PROBIERZ, Tomasz GRZEJSZCZAK, Anita GAŁUSZKA,
Natalia BARTOSIAK, Martyna WOJNAR
Politechnika Śląska

CO SIEDZI W GŁOWIE ROBOTA – GADAJĄCE GŁOWY I ŚWIAT ROBOTYKI SPOŁECZNEJ

Streszczenie. Celem niniejszej pracy jest przedstawienie koncepcji społecznego uczenia się, wyszczególnienie cech relacji i modelu, które sprzyjają społecznemu uczeniu się, a następnie przeanalizowanie, na podstawie popularnych, dostępnych na rynku modeli robotów społecznych, czy zawierają one szczególne cechy. Wskazane zagadnienia mogą dostarczyć ważnych wskazówek przy projektowaniu i rozwijaniu robotów społecznych, a także stanowić podstawę do dalszej, bardziej dogłębnej analizy.

WHAT'S INSIDE A ROBOT'S HEAD - TALKING HEADS AND THE WORLD OF SOCIAL ROBOTICS

Summary. The aim of this work is to introduce the concept of social learning, to list the features of the relationship and the model that enhance social learning, and then to analyse, based on popular commercially available social robot models, whether they contain the listed features. The indicated issues can provide important guidance in the design and development of social robots, and also form the basis for further, more indepth analysis.

1. Wstęp

Roboty społeczne stanowią jedną z najszybciej rozwijających się gałęzi robotyki. Rosnące zapotrzebowanie na roboty edukacyjne, terapeutyczne czy rehabilitacyjne spowodowało gwałtowny wzrost liczby robotów społecznych dostępnych na rynku, a także badań naukowych poświęconych tej tematyce [1]. Praktyczne zastosowanie robotów jest przedmiotem ciągłej dyskusji, zarówno pod względem skuteczności, ewentualnych negatywnych skutków, jak i pozytywnych korzyści [2]. Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie ram umożliwiających wzmocnienie uzyskanych korzyści z danego zachowania poprzez osadzenie ich w teoretycznych ramach teorii społecznego uczenia się. Wiele ze zjawisk opisywanych przez psychologów i socjologów dotyczących zachowań interpersonalnych może mieć pewne zastosowanie w kontekście relacji człowiek-robot [3,4]. Ważne wydaje się jednak zbadanie, w jakim stopniu takie przeniesienie jest możliwe i do jakich rezultatów może prowadzić. W tym celu w niniejszym artykule przedstawiono zarys teorii społecznego uczenia się i robotyki społecznej [5,6]. Następnie wyodrębniono cechy związane

z modelem, obserwatorem i procesem uczenia się, które mogą je wzmacniać lub osłabiać. Następnie przeanalizowano szereg dostępnych i popularnych robotów społecznych pod kątem obecności tych cech. Uzyskane wyniki stanowią ważne wprowadzenie do dalszych, bardziej szczegółowych badań nad teorią społecznego uczenia się w kontekście relacji człowiek-robot.

2. Podstawy teoretyczne

W celu wprowadzenia do analizy przedstawiono wybrane elementy teorii robotyki społecznej i teorii społecznego uczenia się.

2.1. Teoria społecznego uczenia się i zachowań, które wywołują społeczne uczenie się

Teoria społecznego uczenia się została opracowana przez Alberta Bandurę [5,6]. Powstała ona w celu opisania i przeanalizowania mechanizmów odpowiedzialnych za powstawanie nowych zachowań, ich podtrzymywanie oraz ewentualne zanikanie lub zmianę. Najważniejszym postulatem tej teorii jest to, że zachowanie jednostki jest wynikiem interakcji między czynnikiem indywidualnym, a czynnikami środowiskowymi [7]. Wskazuje się tu na istotną rolę uczenia się przez obserwację, czyli modelowania. Jest to mechanizm, który sprawia, że jednostka, będąca obserwatorem rzeczywistości, nie jest tylko biernym odbiorcą, ale wręcz przeciwnie - uczy się, przyswajając sobie pewne wzorce zachowań. Co ważne, obserwacja umożliwia analizę całego ciągu zdarzeń, pozwalając na wyciągnięcie wniosków co do celu danej czynności, jej możliwych skutków czy modyfikacji działań. Modelowanie (obserwacja) spełnia wiele funkcji, z których najczęstsze to: instruowanie, hamowanie, hamowanie, hamowanie, pobudzanie emocjonalne lub ułatwianie [8].

Na podstawie badań związanych z teorią społecznego uczenia się można wyodrębnić szereg procesów, które zachodzą podczas obserwacyjnego uczenia się (uczenia się przez modelowanie) [9]. Wskazuje się, że jedną z możliwych przyczyn niepowodzeń w obszarze uczenia się jest to, że jeden z wymienionych procesów nie jest odpowiednio rozwinięty. Jednym z najważniejszych procesów w tej teorii jest proces uwagi. Oznacza to, że jednostka, aby uczestniczyć w procesie uczenia się, musi rejestrować otaczające ją bodźce i wybierać te, na których chce się skupić. Jak wynika z badań, aby ułatwić jednostce skupienie się na modelu, powinien on być dla niej w jakiś sposób interpersonalny, a preferowane jest modelowanie bezpośrednie (a nie, na przykład, za pomocą sieci). Nie bez znaczenia jest też złożoność danego zachowania. Im bardziej złożone zachowanie, tym trudniej jest je nauczyć i tym więcej kroków trzeba wykonać, aby osiągnąć dany cel. Ważna jest również zdolność do przetwarzania informacji - jest ona różna u różnych osób i ma szczególne znaczenie w przypadku robotów terapeutycznych przeznaczonych do pracy np. z osobami cierpiącymi na określone zaburzenia. Autorzy wskazują również na nastawienie percepcyjne jako ważne zjawisko związane z cechami osobniczymi, pozwalające na odbiór innego zakresu bodźców płynących z modelu. Kolejną grupą procesów jest aspekt związany z zapamiętywaniem i przechowywaniem zapamiętanego zachowania, które zostało wymodelowane. Aby zachowanie zostało zapamiętane, jednostka musi zarejestrować

określone zdarzenie, a następnie zapisać je w pamięci w formie wyobraźniowej i/lub werbalnej. Im więcej zmysłów zostanie pobudzonych podczas modelowania zachowania, tym łatwiej zostanie ono zapamiętane. Ważna jest też dokładność zapamiętanego zachowania, aby można je było powtórzyć lub odtworzyć. Kolejna grupa to procesy motoryczne związane z niektórymi modelowanymi zachowaniami. Jeśli dana osoba ma się nauczyć zachowania związanego z motoryką, konieczne jest uruchomienie tych procesów poznawczych. Pozwala to na obserwację i tworzenie symbolicznych reprezentacji, które można przenieść na zachowania motoryczne. Ostatnią, ale równie ważną grupą procesów są te związane z motywacją jednostki. Im wyższa motywacja, tym szybciej dane zachowanie zostanie wyuczone. Należy zauważyć, że szczególnie skuteczne jest tu nagradzanie za prawidłowe zachowanie i niekaranie za nieprawidłowe.

2.2. Roboty społeczne – po co zawracać sobie głowę uczeniem społecznym w kontekście robotyki społecznej?

Roboty społeczne uczestniczą w interakcjach społecznych, tj. w interakcjach z udziałem co najmniej jednego człowieka. Ich uczestnictwo wiąże się z pewną intencjonalnością, tzn. mają one określone zadanie, które podlegają wykonaniu [10]. W zależności od charakterystyki robota zadanie to może być bardzo precyzyjnie określone lub może stanowić szerokie spektrum ogólnych zachowań. Należy zauważyć, że dany robot może pełnić wiele specyficznych ról i funkcji. W większości przypadków roboty społeczne są projektowane tak, aby miały cechy antropomorficzne, czyli przypominały ludzi. Tego typu projekty mają na celu ułatwienie zachowań, które mogłyby być odtworzone w interakcji człowiek-człowiek (HHI) [11].

Na podstawie przedstawionych informacji można stwierdzić, że roboty społeczne stanowią szczególny rodzaj modelu uczestniczącego w zjawisku społecznego uczenia się. Im bardziej model ten będzie spełniał założenia pozwalające na maksymalizację uczenia się przez obserwację, tym bardziej cały proces będzie efektywny [12]. Jak wynika z prowadzonych obecnie badań, oprócz niezbędnych procesów poznawczych, istotne są także pewne cechy modelu i obserwatora. Wskazuje się, że skuteczny model to taki, który w opinii danej osoby ma wysoki status, wysokie kompetencje i wysoką wiedzę [13,14]. W przypadku robotów społecznych można zaobserwować znaczące dążenie do rozwoju inteligencji robotów, w tym inteligencji społecznej czy emocjonalnej. Inną ważną cechą modelu jest jego wygląd fizyczny, sposób mówienia, zachowanie czy wiek. Tymi cechami również zajmują się twórcy robotów społecznych. Roboty społeczne są konstruowane w taki sposób, aby spełniały społeczne założenia dotyczące wyglądu lub norm społecznych w zakresie prowadzenia rozmowy. W procesie uczenia się ważne jest także obserwowanie konsekwencji naśladowania modelu [15]. Oznacza to, że proces uczenia się jest zjawiskiem zależnym od kontekstu i sytuacji, które analizuje się z uwzględnieniem zarówno elementów poprzedzających, jak i następujących po nim. Jest to ważna informacja z punktu widzenia robotów społecznych, które powinny być "społeczne" przez cały czas, a nie tylko podczas wykonywania danej czynności, dzięki czemu proces uczenia się i wyciągania wniosków z danych zachowań nie zostanie przerwany.

3. Badania

Na podstawie przedstawionego modelu teoretycznego w badaniach wyszczególniono szereg cech związanych zarówno z modelem, jak i relacją uczenia się, których występowanie może wspomagać proces uczenia się. Ze względu na różnorodność zadań, jakie wykonują roboty społeczne, należy zauważyć, że tylko niektóre z wyszczególnionych cech mogą być przez nie realizowane. W celu przeprowadzenia badań, w podrozdziale 1 wymieniono analizowane cechy, natomiast w podrozdziale 2 przedstawiono ich podsumowanie dla wybranych popularnych robotów społecznych.

3.1. Kluczowe cechy związane z nauką społeczną

- **Interakcja: Ograniczenie do zadania, Przekraczanie zadania**
Jest to sposób opisanie zachowania, które może być ograniczone tylko do wykonywanego zadania lub wykroczyć poza nie. Roboty społeczne realizujące dany program poprzez wykroczenie poza konkretne zadanie w interakcji z człowiekiem mają szansę uzyskać więcej interakcji człowiek-robot.
- **Rola przyjmowana przez robota: Motywowanie, Ułatwianie, Partnerowanie, Obserwowanie, Pośredniczenie/Mediowanie, Nauczanie/Terapia, Inna**
Sposób prezentacji robota ma ogromne znaczenie dla jego postrzegania przez ludzi. Rola robota może być z góry określona lub zmienna w zależności od wykonywanego zadania. Warto podkreślić, że społeczne postrzeganie robota również zależy od jego roli. Roboty, które obserwują i wykonują minimalne ruchy, są postrzegane jako najmniej społeczne. Roboty, których rolą jest motywowanie lub uczenie, są bardziej skłonne do interakcji z ludźmi.
- **Rodzaj interakcji, jaką można nawiązać z robotem: Głosowa, Motoryczna, Mimiczna, Wizualna**
Ważnym czynnikiem wpływającym na społeczność robota jest sposób i kanały komunikacji z ludźmi. W zależności od konstrukcji, roboty mogą komunikować się głosowo, poruszać się, zmieniać wyraz twarzy lub komunikować się za pomocą gestów.
- **Typ wyglądu robota. Rozmiar: Pulpitowy, Mały (mniej niż 1 m), Duży. Wygląd: Ludzka twarz, Ludzkie ciało, Ludzkie ciało z ramionami, Zwierzę, Inny**
Kolejnym ważnym czynnikiem jest rozmiar i wygląd robota. Dotychczas skonstruowane roboty społeczne mają różne rozmiary - od takich, które można postawić na biurku, po roboty wielkości człowieka. Różny jest także ich wygląd. Mogą mieć kształt humanoidalny, ludzką twarz, ale są też konstruowane na wzór zwierząt lub mają kształty nieantropomorficzne.
- **Typ środowiska, w którym odbywa się interakcja: Dom, Szkoła, Instytucje terapeutyczne/medyczne**
O społeczności robota świadczy również miejsce jego interakcji z ludźmi. Roboty społeczne przeznaczone do szkół lub instytucji medycznych są pod stałą kontrolą osób, które wykorzystują je w swojej pracy, natomiast roboty domowe muszą być wystarczająco elastyczne, aby dostosować się do różnych warunków.

- **Długość kontaktu z robotem: Krótkoterminowy, długoterminowy**
Różnorodność sposobów wykorzystania robotów społecznych przekłada się również na długość kontaktu człowieka z robotem. Kontakt krótkotrwały, związany z wykonaniem konkretnego zadania, pozwala na precyzyjne sterowanie robotem, ale ogranicza jego cechy społeczne, natomiast kontakt długotrwały pozwala na wyjście poza zadanie i wykorzystanie rozwiązań zwiększających interakcję człowiek-robot.
- **Typ kontaktu z robotem: Aktywny, Pasywny**
Wiele robotów jest konstruowanych w określonym celu. Dzięki zaprogramowaniu konkretnego programu zapewniają one pasywny kontakt w zależności od wykonywanego zadania. Bardziej społeczne są roboty aktywne, które same nawiązują kontakt z człowiekiem, a następnie przystępują do wykonania określonych skryptów.
- **Liczba osób w kontakcie z robotem: jedna do jednej (1:1), więcej niż jedna osoba (1:N), więcej niż jeden robot (N:1)**
Jak sama nazwa wskazuje, roboty społeczne są przeznaczone do kontaktu z ludźmi. Jednak to proste założenie może mieć wiele implikacji wskazujących na to, że należy rozważyć również kontakt inny niż jeden człowiek - jeden robot. Szczególnie często występują sytuacje, w których jeden robot społeczny ma kilka osób wchodzących z nim w interakcję, np. roboty edukacyjne, ale nie wyklucza się również sytuacji, w której kilka robotów komunikuje się ze sobą.
- **Typ cech społecznych, jakie posiada robot: Społeczne, Emocjonalne, Naśladowcze, Komunikacyjne**
Ostatnią analizowaną cechą jest typ cech społecznych, które zostały zaimplementowane w robocie. Mogą one być określane jako ogólne cechy społeczne lub odnosić się do cech specyficznych, takich jak emocjonalność robota, zdolność do naśladowania rozmówcy czy jego komunikatywność.

3.2. Analiza cech, które usprawniają proces uczenia się społecznego u robotów społecznych

Analiza cech jest przedstawiona w tabeli 1.

Tabela 1

Istotne cechy społeczne robotów.

Robot	Cechy istotne dla teorii społecznego uczenia się								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
GrowMu	E	M,P,O,I	Vo,F,Vi	L,B	H,I	S	A	NN	S,EI,C
Pepper	E	M,F,P,O,I	Vo,M,F,Vi	L, BA	H,S,I	S	A	NN	S, I, C
Milo	T	M,P,O,I,T	Vo,M,F,	D, BA	H,S,I	S	A	11	S,E,I,C
Lynx, Ubtech	T	M, O	Vo,M	D, BA	H	S	A	11	I, C
Buddy Robot	E	M,F,P,O,I,T	Vo,F, Vi	S,F	H	L	A	1N	S,E,I,C

Proffesor Einstein	T	T	Vo	D, BA	H,S	S	P	11	I,C
Dino, CogniToys	E	P,T	Vo	D, An	H	L	P	11	C
Miko	E	M,F,P,O, I,T	Vo, F, Vi	D, O	H	L	A	11	S,C
Paro	T	T	M	D, An	H,I	L	A	11	E
Vortex, DFRobot	T	T, O	M	D, O	H	S	P	N1	-
Jibo	E	M,P,O,I	Vo,F, Vi	D, O	H	L	A	1N	S,EI, C
Robear	T	Oth	M	L,AB A	I	S	P	11	-
AV1	T	O	M	D, O	S	S	P	11	S
Walker	E	M,F,P,O, I	Vo, M, F, Vi	L, BA	H	L	A	1N	S,E I,C
Bot Retail	E	M,F,P,O, I	Vo,M,F, Vi	L, F, A	H	L	A	1N	S,EC
Olly	E	M,F,P,O, I	Vo,Fa,Vi	D, O	H	L	A	1N	S,EI, C

Uwaga. 1: Interakcja (T – ograniczona do zadania, E – wykraczająca poza zadanie). 2: Rola (M – Motivating, F – Facilitating, P – Partnering, O – Observing, I – Mediating, T – Teaching/Therapy, O – Other). 3: Rodzaj interakcji (Vo – głosowa, M – ruchowa, F – twarzowa, Vi – wzrokowa). 4: Wygląd (D – biurko, S – mały, L – duży, F – ludzka twarz, B – ludzkie ciało, A – ludzkie ciało z ramionami, An – zwierzę, O – inne). 5: Typ środowiska (H – dom, S – szkoła, I – placówka terapeutyczna/medyczna). 6: Czas trwania kontaktu (S – krótkotrwały, L – długotrwały). 7: Rodzaj kontaktu (A – aktywny, P – pasywny). 8: Liczba osób/robotów (1:1 – jeden do jednego, 1:N – więcej niż jedna osoba, N:1 – więcej niż jeden robot). 9: Cechy społeczne (S – Social, E – Emotional, I – Imitative, C – Communicative).

4. Wnioski

Na podstawie przedstawionych wyników dla 16 robotów można zauważyć, że 7 z nich nie wykracza poza zadane działanie, co jak wynika z teorii społecznego uczenia się ogranicza proces modelowania. Zdecydowana większość robotów jest w stanie pełnić kilka ról, a wśród nich znalazły się również roboty obserwujące. Ich udział w procesie uczenia się może być jedynie drugorzędny. Ponadto większość robotów umożliwia interakcję z wieloma bodźcami jednocześnie, co usprawnia proces modelowania. Analizowane roboty były różnej wielkości i kształtu, a zdecydowana większość z nich, oprócz zastosowań instytucjonalnych, mogła być wykorzystywana w domu. Ważną cechą była długość kontaktu z robotem – im był on dłuższy, tym skuteczniejsze było modelowanie zachowań. Z przeprowadzonej analizy wynika, że niektóre roboty oferowały jedynie krótki rodzaj kontaktu. Również większość robotów była aktywna, różnica polegała na preferowanym kontakcie, dzięki czemu roboty mogły być wyko-

rzystywane nie tylko w sytuacji jeden robot - jeden człowiek, ale również w innych konfiguracjach. Ostatnim, równie ważnym czynnikiem były cechy społeczne posiadane przez roboty. Zdecydowana większość robotów wykazywała jedną lub więcej cech społecznych, ale były też takie, które nie posiadały żadnej cechy społecznej. Z analizy wynika, że choć o robotach społecznych mówi się jako o ogólnym konstrukcie, to sama różnorodność oferowanych robotów pod względem ich modalności i funkcjonalności świadczy o złożoności problemu. Roboty są wykorzystywane w różnych środowiskach, przez określone grupy społeczne i są przeznaczone do wykonywania szerokiej gamy zadań. Sposób, w jaki są zaprojektowane i jak widoczna jest ich "społeczność", ma wpływ na postrzeganie i tworzenie relacji człowiek-robot, co więcej, rzeczywiście modyfikuje zakres, w jakim może zachodzić społeczne uczenie się. W niniejszym opracowaniu przeanalizowano tylko część dostępnych robotów społecznych; zaznacza się, że lista ta wymaga rozszerzenia, a kryteria muszą być odpowiednio uszczegółowione. Niemniej jednak uzyskane wyniki wskazują na istotność badanego tematu i dużą różnorodność robotów społecznych.

PODZIĘKOWANIA

Praca TG oraz AG została częściowo wsparta przez Politechnikę Śląską poprzez dotację na utrzymanie i rozwój potencjału badawczego w 2022 roku oraz poprzez dotację na utrzymanie i rozwój potencjału badawczego w 2022 roku dla młodych naukowców numer 02/060/BKM22/0041. Praca NB i MW była wspierana przez Program Mentorski realizowany przez Politechnikę Śląską (Program Mentorski – „Rozwiń Skrzydła”) i opłacany z rezerwy Prorektora ds. Studenckich i Kształcenia: MPK: 60/001 GŻF: SUBD. Praca PE była wspierana częściowo przez Unię Europejską poprzez Europejski Fundusz Społeczny jako stypendium w ramach Grantu POWR.03.02.00-00-I029, a częściowo przez Politechnikę Śląską poprzez dotację na utrzymanie i rozwój potencjału badawczego w 2022 roku dla młodych naukowców numer 02/060/BKM22/0036.

LITERATURA

1. Campa, R. , (2016).: The rise of social robots: a review of the recent literature. *Journal of Evolution and Technology*, 26(1)
2. Belpaeme, T., Kennedy, J., Ramachandran, A., Scassellati, B., Tanaka, F. (2018): Social robots for education: A review. *Science robotics*, 3(21):eaat5954,.
3. Broekens, J., Heerink, M., Rosendal, H. (2018).: Assistive social robots in elderly care: a re-view. *Gerontechnology*, 8(2), 94-103
4. van den Berghe, R., Verhagen, J., Oudgenoeg-Paz, O., Van der Ven, S., Leseman, P. (2019).: Social robots for language learning: A review. *Review of Educational Research*, 89(2), 259-95.
5. Bandura, A., Walters, R.H. (1977).: *Social learning theory*. Prentice Hall: Englewood cliffs,
6. Bandura, A. (1969).: Social-learning theory of identificatory processes. *Handbook of socialization theory and research*, 213-262,

7. Hill, J.R., Song, L., West, R.E. (2009).: Social learning theory and web-based learning environments: A review of research and discussion of implications. *The Amer. Jnl. of Dis-tance Education*, 23(2), 88-103,
8. Pratt, T.C., Cullen, F.T., Sellers, C.S., Thomas Winfree Jr, L., Madensen, T.D., Daigle, L.E., Fearn, N.E., Gau, J.M. (2010).: The empirical status of social learning theory: A meta-analysis. *Justice Quarterly*, 27(6), 765-802,
9. Bandura, A., Adams, N.E., Beyer, J. (1977).: Cognitive processes mediating behavioral change. *Journal of personality and social psychology*, 35(3), 125,
10. Mubin, O., Ahmad, M.I., Kaur, S., Shi, W., Khan, A. (2018).: Social robots in public spaces: A meta-review. In *International conference on social robotics*. 213-220, Springer, Cham,
11. Dautenhahn, K.: *Socially intelligent robots (2007): dimensions of human–robot interaction*. *Philosophical transactions of the royal society B: Biological sciences*, 362(1480), 679-704.
12. Yan, H., Ang, M.H., Poo, A.N. 2014: A survey on perception methods for human–robot in-teraction in social robots. *International Journal of Social Robotics*, 6(1), 85-119,.
13. Spolaôr, N., Benitti, F.B. (2017).: Robotics applications grounded in learning theories on ter-tiary education: A systematic review. *Computers & Education*, 112, 97-107.
14. Nehaniv, C.L., Dautenhahn, K.E. (2007).: *Imitation and social learning in robots, humans and animals: behavioural, social and communicative dimensions*. Cambridge University Press.
15. Alissandrakis, A., Saunders, J. (2008).: Imitation and robotics-background, theories, and prac-tice. In *RO-MAN 2008-The 17th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication*, x-xiii, IEEE.