

Politechnika Wrocławska

Współpraca robotów

Wykład 1

Współpraca robotów – definicje, normy

Robert Muszyński

KCiR, W4, PWr



HR EXCELLENCE IN RESEARCH

Copyright © R. Muszyński 2020-23

Powered by pdfLaTeX with Beamer

Klasyfikacja robotów

Według normy ISO 8373:2012 (Robots and robotic devices – Vocabulary)

- Roboty przemysłowe
- Roboty usługowe
  - do zastosowań domowych (osobiste)
  - profesjonalne
- Roboty współpracujące
- Roboty inteligentne

Przykładem robota inteligentnego jest robot przemysłowy wyposażony w system wizyjny wykorzystywany do pobierania i odstawiania przedmiotów; także robot mobilny wyposażony w system unikania kolizji; tudzież robot kroczący potrafiący poruszać się po nierównym terenie (za normą ISO 8373:2012).

Klasyfikacja robotów

Według normy ISO 8373:2012:2021

Robot :2012

Actuated mechanism programmable in two or more axes with a degree of autonomy, moving within its environment, to perform intended tasks

Robot :2021

Programmed actuated mechanism with a degree of autonomy to perform locomotion, manipulation or positioning

1. Definicja robota obejmuje system sterowania wraz z jego interfejsem
2. Klasyfikacja robotów na przemysłowe i serwisowe odbywa się na podstawie ich przeznaczenia (:2012)
3. Przykładami struktur mechanicznych robotów są manipulatory, platformy mobilne i roboty do noszenia (wearable robots) (:2021)

Roboty przemysłowe

Według normy ISO 8373:2012:2021

Robot przemysłowy :2012

An automatically controlled, reprogrammable, multipurpose manipulator programmable in three or more axes, which can be either fixed in place or mobile for use in industrial automation applications

Robot przemysłowy :2021

An automatically controlled, reprogrammable multipurpose manipulator, programmable in three or more axes, which can be either fixed in place or fixed to a mobile platform for use in automation applications in an industrial environment

1. Definicja robota przemysłowyego obejmuje:
   - manipulator, w tym napędy
   - sterownik, w tym panel operatora (teach pendant) i wszystkie interfejsy komunikacyjne (sprzętowe i programowe)
2. Definicja obejmuje zintegrowane z robotem dodatkowe osie

Roboty przemysłowe

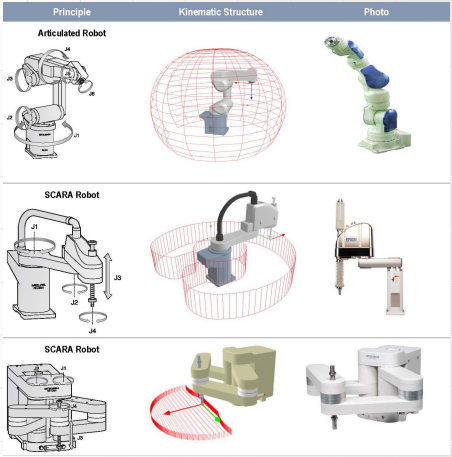
Według normy ISO 8373:2021

Robot przemysłowy

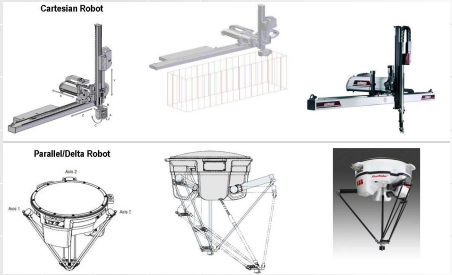
An automatically controlled, reprogrammable, multipurpose manipulator…

- Sterowany automatycznie – realizujący proces produkcyjny pod nadzorem urządzeń sterujących (bez udziału człowieka)
- Reprogramowalny – zaprojektowany w sposób pozwalający na zmianę zaprogramowanej sekwencji ruchów czy dodatkowych funkcji bez konieczności dokonywania zmian w konstrukcji robota
- Różnego przeznaczenia – z możliwością dostosowywania do różnych aplikacji przez wprowadzenie zmian konstrukcyjnych

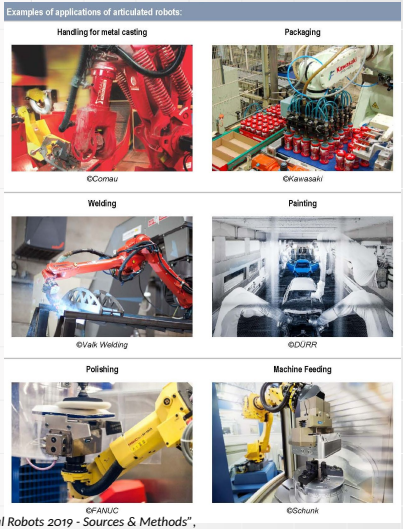
Roboty przemysłowe – klasyfikacja ze względu na strukturę



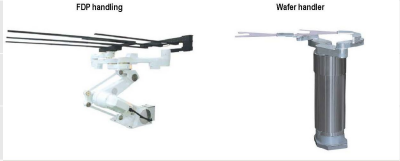
za „*WR Industrial Robots 2019 - Sources & Methods*”,
International Federation of Robotics



Roboty przemysłowe – przykłady zastosowań







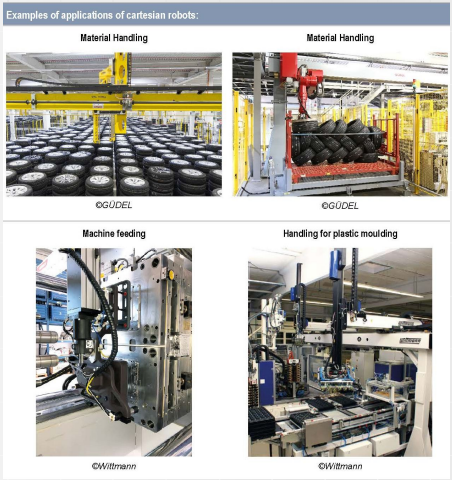
za „*WR Industrial Robots 2019 - Sources & Methods*”, International Federation of Robotics

Roboty przemysłowe – przykłady zastosowań



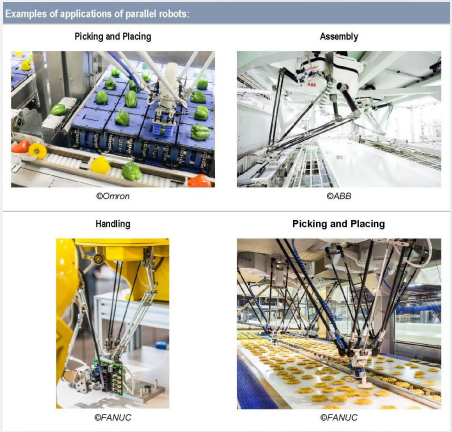
za „*WR Industrial Robots 2019 - Sources & Methods*”,
International Federation of Robotics

Roboty przemysłowe – przykłady zastosowań



za „*WR Industrial Robots 2019 - Sources & Methods*”,
International Federation of Robotics

Roboty przemysłowe – przykłady zastosowań



za „*WR Industrial Robots 2019 - Sources & Methods*”,
International Federation of Robotics

Roboty przemysłowe – klasyfikacja zastosowań

IFR Class	Application area	Definitions
110	**Handling operations/ Machine tending**	**Assistant processes for the primary operation (the robot doesn't process the main operation directly)**
111	Handling operations for metal casting	including die-casting
112	Handling operations for plastic moulding	also inserting operations for injection moulding
113	Handling operations for stamping/forging/ bending	
114	Handling operations at machine tools	
115	Machine tending for other processes	e.g. handling during assembly, handling operations during glas or ceramics production or food production Robots that handle workpieces at an external welding TCP (i.e. MIG/MAG torch or spot gun) need to be reported in the appropriate welding classification (i.e. 161 for arc welding or 162 for spot welding) and shall not be counted to the classification of handling operations.
116	Handling operations for measurement, inspection, testing	triage, quality inspection, calibrating
117	Handling operations for palletizing	all sectors, all kinds and sizes of pallets
118	Handling operations for packaging, picking and placing	e.g. operations during primary and secondary packaging
119	Material Handling n.e.c.	e.g. transposing, handling during sandcasting
160	**Welding and soldering (all materials)**	
161	Arc welding	
162	Spot welding	
163	Laser welding	
164	other welding	e.g. ultrasonic welding, gas welding, plasma welding
165	Soldering	
170	**Dispensing**	
171	Painting and enamelling	area-measured application of lacquer (surface coat)
172	Application of adhesive, sealing material or similar material	spot-wise and line-wise
179	Dispensing others/ Spraying others	e.g. powder coating, application of mould release agent, area-measured application of adhesive, spraying of wax (o consume)
190	**Processing**	**enduring changing, the robot leads the workpiece or the tool, material removal**
191	Laser cutting	
192	Water jet cutting	
193	Mechanical cutting/grinding/ deburring/ milling/polishing	
198	Other processing	e.g. gas/plasma cutting, drilling, bending, punching, shearing
200	**Assembling and disassembling**	**enduring positioning of elements**
201	Fixing, press-fitting	screwnut-driving, clinching, reveting, bonding
202	Assembling/ mounting/ inserting	also temporarily positioning to facilitate the assembling process
203	Disassembling	recycling, removal of cover after processing
208	Other assembling	not mentioned before
900	**Others**	
901	Cleanroom for FPD	
902	Cleanroom for semiconductors	
903	Cleanroom for others	
905	Others	not mentioned before
999	**Unspecified**	**the application is unknown**

za *„WR Industrial Robots 2019 - Sources & Methods"*, International Federation of Robotics

Roboty usługowe

Według normy ISO 8373:2012:2021

Robot usługowy :2012

A robot that performs useful tasks for humans or equipment excluding industrial automation applications

Robot usługowy :2021

A robot in personal use or professional use that performs useful tasks for humans or equipment

1. Zastosowania automatyki przemysłowej obejmują między innymi produkcję, kontrolę, pakowanie i montaż (między innymi!).
2. Roboty przegubowe stosowane na liniach produkcyjnych są robotami przemysłowymi; podobnie roboty przegubowe stosowane do podawania żywności są robotami usługowymi.

Roboty usługowe

Według normy ISO 8373:2012

Osobisty robot usługowy

A service robot used for a non-commercial task, usually by lay persons

Profesjonalny robot usługowy (Robot usługowy do zastosowań profesjonalnych)

A service robot used for a commercial task, usually operated by a properly trained operator

Przykłady robotów usługowych:

1. Sługa domowy, automatyczny wózek inwalidzki, osobisty robot wspomagający mobilność, robot do ćwiczeń dla zwierząt.
2. Robot sprzątający miejsca publiczne, robot dostawczy w biurach lub szpitalach, robot przeciwpożarowy, robot rehabilitacyjny, robot chirurgiczny.

Osobiste roboty usługowe – przykłady zastosowań





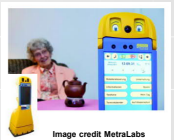


Image credit MetraLabs





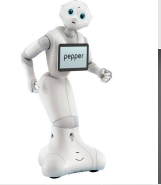
Image credit Kawada



Image credit Vgo Communications



Image credit BlueBotics



Source: SoftBank Robotics



Source: Vorwerk (Vacuum cleaning)



Source: Aldebaran Robotics

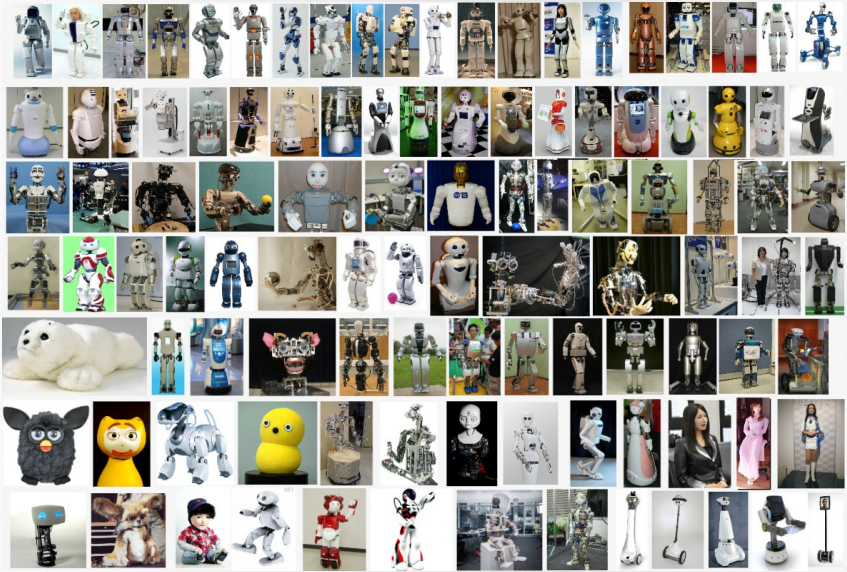


Copyrights GEStream© Technology Inc.

na podstawie Arturo Baroncelli (IFR) „*Industrial and Service Robotics: State of the Art and Future Trends*”,

Politechnika Wrocławska

Osobiste roboty usługowe – przykłady zastosowań



Profesjonalne roboty usługowe – przykłady zastosowań



Image credit FF Robotics

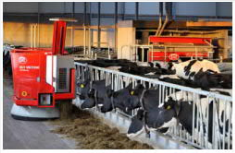


Image credit Lely



Source: Intuitive Surgical



Source: Rewalk

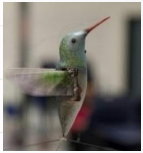


Image credit
AeroVironment



Image credit
Cobham



Image credit
Schilling Robotics



Source: BA Systemes

na podstawie Arturo Baroncelli (IFR) „*Industrial and Service Robotics: State of the Art and Future Trends*”,

Osobiste roboty usługowe – klasyfikacja typów i zastosowań

Types of robots	
I	Personal/Domestic Robots
1-7	Robots for domestic tasks
1	- Robot companions / assistants / humanoids
2	- Vacuuming, floor cleaning
3	- Lawn mowing
4	- Pool cleaning
5	- Window cleaning
6	- Home security & surveillance
7	- Others
8-11	Entertainment robots
8	Toy/hobby robots
9	Multimedia robots
10	Education and research
11	Others
12-14	Elderly and handicap assistance
12	- Robotized wheelchairs
13	- Personal aids and assistive devices
14	- Other assistance functions
15	Other personal/domestic robots

za *„WR Industrial Robots 2019 - Sources & Methods"*,
International Federation of Robotics

Profesjonalne roboty usługowe – klasyfikacja typów i zastosowań

Types of robots	
II	Professional service robots
16-21	Field robotics
16	- Agriculture (broad acre, greenhouse, fruit-growing, vineyard)
17	- Milking robots
18	- other robots for livestock farming
19	- Mining robots
20	- Space robots
21	- Others
22-26	Professional cleaning
22	-Floor cleaning
23	-Window and wall cleaning (including wall climbing robots)
24	-Tank, tube and pipe cleaning
25	- Hull cleaning (aircraft, vehicles, etc.)
26	-other cleaning tasks
27-29	Inspection and maintenance systems
27	- Facilities, plants
28	- Tank, tubes, pipes and sewers
29	- Other inspection and maintenance systems
30-33	Construction and demolition
30	- Nuclear demolition & dismantling
31	- Building construction
32	- Robots for heavy/civil construction
33	- Other construction and demolition systems
34-38	Logistic systems
34	- Autonomous guided (AGV) vehicles in manufacturing environments
35	- AGVs in non-manufacturing environments (indoor)
36	- Cargo handling, outdoor logistics
37	- Personal transportation (AGV for persons)
38	- Other logistics
39-42	Medical robotics
39	- Diagnostic systems
40	- Robot assisted surgery or therapy
41	- Rehabilitation systems
42	- Other medical robots
43-45	Rescue und security applications
43	- Fire and disaster fighting robots
44	- Surveillance/security robots without UAV
45	- Other rescue and security robots
46-50	Defense applications
46	- Demining robots
47	- Unmanned aerial vehicles
48	- Unmanned ground based vehicles (e.g. bomb fighting)
49	- Unmanned underwater vehicles
50	- Other defense applications
51	Underwater systems (civil/general use)
52	Powered Human Exoskeletons*
53	Unmanned aerial vehicles (general use)
54	Mobile Platforms (general use)
55-59	Public relation robots and joy rides
55	Hotel and restaurant robots
56	Mobile guidance, information, telepresence robots
57	Robots in marketing
58	Robot joy rides
59	other public relation
60	Other professional service robots not specified above

za „*WR Industrial Robots 2018 - Sources & Methods*”,
International Federation of Robotics

Roboty współpracujące – koboty

Według normy ISO 8373:2012:2021

Robot współpracujący (collaborative robot) :2012

Robot designed for direct interaction with a human

Współpraca (collaborative operation) :2012

State in which purposely designed robots work in direct cooperation with a human within a defined workspace

Współpraca (collaboration) :2021

Operation by purposely designed robots and person working within the same space

Współpraca robotów (robot cooperation) :2012:2021

Information and action exchanges between multiple robots to ensure that their motions work effectively together to accomplish the task

Roboty współpracujące – pojęcia

Collaboration (za słownikiem Cambridge Dictionary)

1. the situation of two or more people working together to create or achieve the same thing
2. the situation of people working with an enemy who has taken control of their country
3. the act of working together with other people or organizations to create or achieve something

Cooperation (za słownikiem Cambridge Dictionary)

1. the act of working together with someone or doing what they ask you
2. the process of working with another company, organization, or country in order to achieve something
3. the fact of being willing to be helpful and to do what someone asks you to do

Roboty współpracujące – pojęcia

Według normy ISO 8373:2012:2021

Interakcja człowieka z robotem (human–robot interaction, HRI)

Information and action exchanges between human and robot to perform a task by means of a user interface

Przykład interakcji:

1. Wymiana za pomocą środków wokalnych, wizualnych i dotykowych.

Roboty współpracujące – pojęcia

Według specyfikacji technicznej ISO/TS 15066:2016 (Robots and robotic devices – Collaborative robots)

Współpraca (collaborative operation)

State in which a purposely designed robot system and an operator work within a collaborative workspace

(było w ISO 8373:

State in which purposely designed robots work in direct cooperation with a human within a defined workspace)

Robocza przestrzeń współpracy (collaborative workspace)

Space within the operating space where the robot system (including the workpiece) and a human can perform tasks concurrently during production operation.

Roboty współpracujące – pojęcia

Według specyfikacji technicznej ISO/TS 15066:2016

Kontakt quasistatyczny (quasi-static contact)

Contact between an operator and part of a robot system, where the operator body part can be clamped between a moving part of a robot system and another fixed or moving part of the robot cell.

Kontakt przejściowy (transient contact)

Contact between an operator and part of a robot system, where the operator body part is not clamped and can recoil or retract from the moving part of the robot system.

Odległość separacji ochronnej (protective separation distance)

Shortest permissible distance between any moving hazardous part of the robot system and any human in the collaborative workspace.

Roboty współpracujące – normy

ISO 10218-1:2011 Robots and robotic devices — Safety requirements for industrial robots — Part 1: Robots

ISO 10218-2:2011 Robots and robotic devices — Safety requirements for industrial robots — Part 2: Robot systems

ISO 8373:2012:2021 Robots and robotic devices — Vocabulary

ISO 13482:2014 Robots and robotic devices —– Safety requirements for personal care robots

ISO/TS 15066:2016 Robots and robotic devices — Collaborative robots

ISO 9283:1998, ISO 9409-1:2004, ISO 9409-2:2002, ISO 9787:2013, ISO 9946:1999, ISO 11593:1996, ISO 14539:2000, ISO 18646-1:2016, ISO 18646-2:2019, ISO/DIS 18646-3, ISO/DIS 18646-4

Koboty – definicja opisowa

Kobot (Wikipedia – en)

Koboty, lub roboty współpracujące, są robotami przeznaczonymi do bezpośredniej interakcji z człowiekiem we współdzielonej przestrzeni, lub pracy w miejscach, gdzie ludzie i roboty znajdują się w bliskiej odległości.

Kobot (Techopedia – en)

Robot współpracujący to robot, który w jakiś sposób współpracuje z ludźmi – albo jako asystent w zadaniu lub procesie, albo jako przewodnik. W przeciwieństwie do robotów autonomicznych, które działają w dużej mierze samodzielnie i bez nadzoru, roboty współpracujące są zaprogramowane i zaprojektowane by pracować pod nadzorem człowieka lub w inny sposób reagować na ludzkie zachowania i działania.

Koboty – podstawowe cechy dotyczące bezpieczeństwa

Według normy ISO 10218-1:2011

1. Safety Monitored Stop
2. Hand Guiding
3. Speed and Separation Monitoring
4. Power and Force Limiting

Koboty – typy współpracy

Według IFR

Koegzystencja (Co-existence): człowiek i robot pracują obok siebie, ale nie korzystają ze wspólnej przestrzeni roboczej.

Współpraca sekwencyjna (Sequential collaboration): człowiek i robot współużytkują całość lub część przestrzeni roboczej, ale nie pracują w niej jednocześnie na tej samej maszynie czy z tą samą częścią.

Współpraca (Cooperation): robot i człowiek pracują na tej samej części lub maszynie w tym samym czasie i obaj się poruszają.

Współpraca elastyczna (Responsive collaboration): robot reaguje w czasie rzeczywistym na ruch pracownika.

Koboty – geneza

1990- – Rozwój podnośników wspomagających jako prekursorów kobotów (Z-Lift Assist developed by UC, Berkely, tested at a GM plant).

1994 – Inicjacja projektu w General Motors Robotic Center dotyczącego uczynienia robotów przemysłowych bezpiecznymi dla ludzi.

1996 – Wynalezienie kobotów: Edward Colgate, Michael Peshkin (profesorowie Northwestern University).

1997 – Opatentowanie kobota (jako: an apparatus and method for direct physical interaction between a person and a general purpose manipulator controlled by a computer).

– Powstanie firmy Cobotics (Colgate & Peshkin, wchłonięta w 2003 przez Stanley Assembly Technologies).

2004 – Wprowadzenie na rynek przez firmę KUKA kobota LBR 3 (2008 LBR 4, 2013 LBR iiwa).

Koboty – geneza

2008 – Wprowadzenie na rynek przez firmę Universal Robots kobota UR5 (2012 UR10, 2015 UR3).

2012 – Wprowadzenie na rynek przez firmę Rethink Robotics kobota Baxter (2015 Sawyer).

2015 – Wprowadzenie na rynek przez firmę ABB robota YuMi.

– Wprowadzenie na rynek przez firmę FANUC kobota CR-35iA (potem CR-4iA, CR-7iA, CR-7/L).

Więcej na https://www.engineering.com/AdvancedManufacturing/ArticleID/13540/A-History-of-Collaborative-Robots-From-Intelligent-Lift-Assists-to-Cobots.aspx