



1

2

3

4

5

6

7

Robotika

Bezpečnost robotů a kolaborativní roboty

Vladimír Smutný

Centrum strojového vnímání

Český institut informatiky, robotiky a kybernetiky (CIIRC)

České vysoké učení technické v Praze

Tři zákony robotiky



m p

(Isaac Asimov, The caves of steel (Ocelové jeskyně), Galaxy No. 13, 1950.)

1. Robot nesmí ublížit člověku nebo svou nečinností dopustit, aby bylo člověku ublíženo.
2. Robot musí uposlechnout příkazů člověka, kromě případů, kdy jsou tyto příkazy v rozporu s prvním zákonem.
3. Robot musí chránit sám sebe před zničením, kromě případů, kdy je tato ochrana v rozporu s prvním nebo druhým zákonem.

1

2

3

4

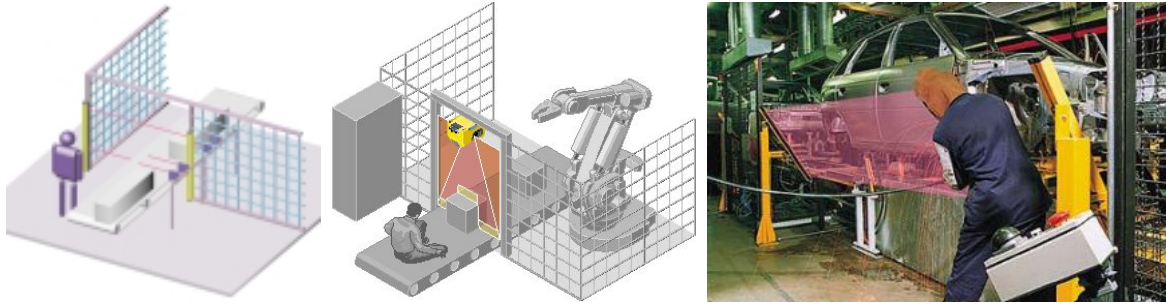
5

6

7

Komentář: Současné roboty nejsou schopny samy interpretovat tato pravidla. Vývojář a integrátor robotu musí tato pravidla implementovat explicitně, např. pomocí nástrojů jako oplocení, optické závory, bezpečnostní obvody a podobně). Např. robot Mitsubishi umí online kontrolovat, zda se hrot nástroje vyskytuje uvnitř konvexního mnohostěnu. Předpisy pro bezpečnost při nasazování robotů lze nalézt například v těchto normách (zdroj Kuka):

ISO 10218-1	Robots and robotic devices – Safety requirements for industrial robots – Part 1: Robots	2011, 2021
ISO 10218-2	Robots and robotic devices – Safety requirements for industrial robots - Part 2: Robot systems and integration	2011, 2021
ISO 31101	Robotics – Services provided by service robots – Safety management systems requirements	
ISO TS 15066	Robots and robotic devices – Collaborative robots	2016
73/23/EEC	Low Voltage Directive: Council Directive of 19 February 1973 on the harmonization of the laws of Member States relating to electrical equipment designed for use within certain voltage limits	1993
89/336/EEC	EMC Directive: Council Directive of 3 May 1989 on the approximation of the laws of the Member States relating to electromagnetic compatibility	1993
97/23/EC	Pressure Equipment Directive: Directive of the European Parliament and of the Council of 29 May 1997 on the approximation of the laws of the Member States concerning pressure equipment	1997
98/37/EC	Machinery Directive: Directive of the European Parliament and of the Council of 22 June 1998 on the approximation of the laws of the Member States relating to machinery	1998



1

2

3

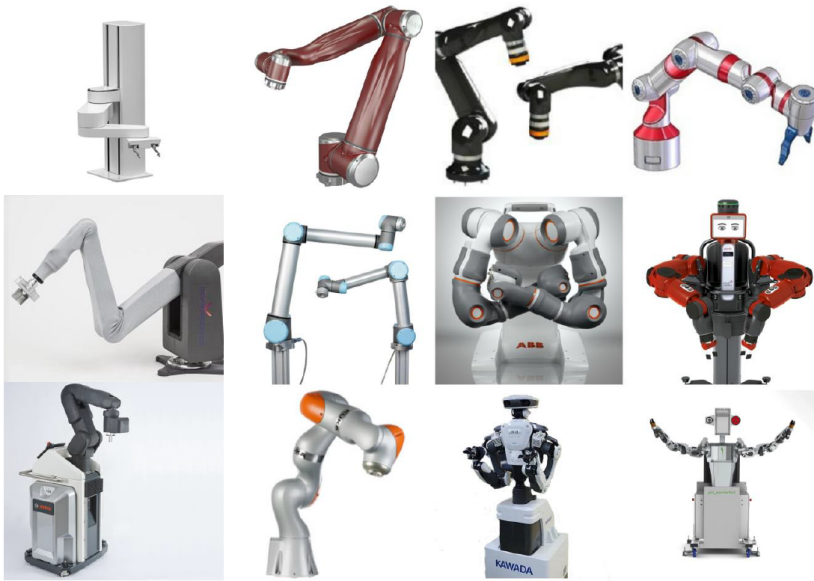
4

5

6

7

EN 418	Safety of machinery: EMERGENCY STOP equipment, functional aspects; principles for design	1993
EN 563	Safety of machinery: Temperatures of touchable surfaces - Ergonomics data to establish temperature limit values for hot surfaces	2000
EN 614-1	Safety of machinery: Ergonomic design principles - Part 1: Terms and general principles	1995
EN 775	Industrial robots: Safety	1993
EN 954-1	Safety of machinery: Safety-related parts of control systems - Part 1: General principles for design	1997
EN 55011	Industrial, scientific and medical (ISM) radio-frequency equipment - Radio disturbance characteristics - Limits and methods of measurement	2003
EN 60204-1	Safety of machinery: Electrical equipment of machines - Part 1: General requirements	1998
EN 61000-4-4	Electromagnetic compatibility (EMC): Part 4-4: Testing and measurement techniques - Electrical fast transient/burst immunity test	2002
EN 61000-4-5	Electromagnetic compatibility (EMC): Part 4-5: Testing and measurement techniques; Surge immunity test	2001
EN 61000-6-2	Electromagnetic compatibility (EMC): Part 6-2: Generic standards - Immunity for industrial environments	2002
EN 61000-6-4	Electromagnetic compatibility (EMC): Part 6-4: Generic standards; Emission standard for industrial environments	2002
EN 61800-3	Adjustable speed electrical power drive systems: Part 3: EMC product standard including specific test methods	2001
EN ISO 12100-1	Safety of machinery: Basic concepts, general principles for design - Part 1: Basic terminology, methodology	2004
EN ISO 12100-2	Safety of machinery: Basic concepts, general principles for design - Part 2: Technical principles	2004



Navrženy pro spolupráci s člověkem na jednom pracovišti.

1

2

3

4

5

6

7



- ◆ Kolaborativní může být pouze robotická buňka/systém, nikoliv jen samotný robot.
- ◆ Často mají kolaborativní a nekolaborativní mód.

1

2

3

4

5

6

7



Člověk nesmí být zraněn:

- ◆ poškození kůže,
- ◆ modřina,
- ◆ pohmožděnina,
- ◆ zlomenina,
- ◆ ...

1

2

3

4

5

6

7



Jinými slovy, robot musí při kontaktu s člověkem zastavit pohyb dříve než dojde ke zranění. Řešení:

- ◆ oblé tvary, včetně chapadla a manipulovaného předmětu, (snižují tlak při dané síle),
- ◆ detekce kontaktu (taktilní kůže, speciální vaky, měření sil v kloubech nebo jinde, opticky),
- ◆ včasné zastavení (pomáhá nízká rychlost pohybu, nízká hmotnost ramene, silné motory nebo brzdy).

Za splnění určitých podmínek pak nemusí být pracoviště cobota ohrazeno a člověk může s robotem přímo spolupracovat.

1

2

3

4

5

6

7