

Learning Human Body Movement

Lennart Kordt
22. Januar 2018

Seminar „Neueste Trends in Big Data Analytics“
Betreuer: Christian Hovy



Universität Hamburg

Gliederung

1. Motivation
2. Rückblick auf Machine Learning
3. Terminologie
4. Überblick
5. Aufbau des Datensets
6. Herleitung der Policy
7. Limitationen
8. Berühmte Beispiele
9. Quellen

1. Motivation

Grundsätzliches Ziel:

Dem Roboter Bewegungen beibringen, OHNE programmieren zu müssen

Vereinfachte Nutzung der Roboter für alltägliche Probleme

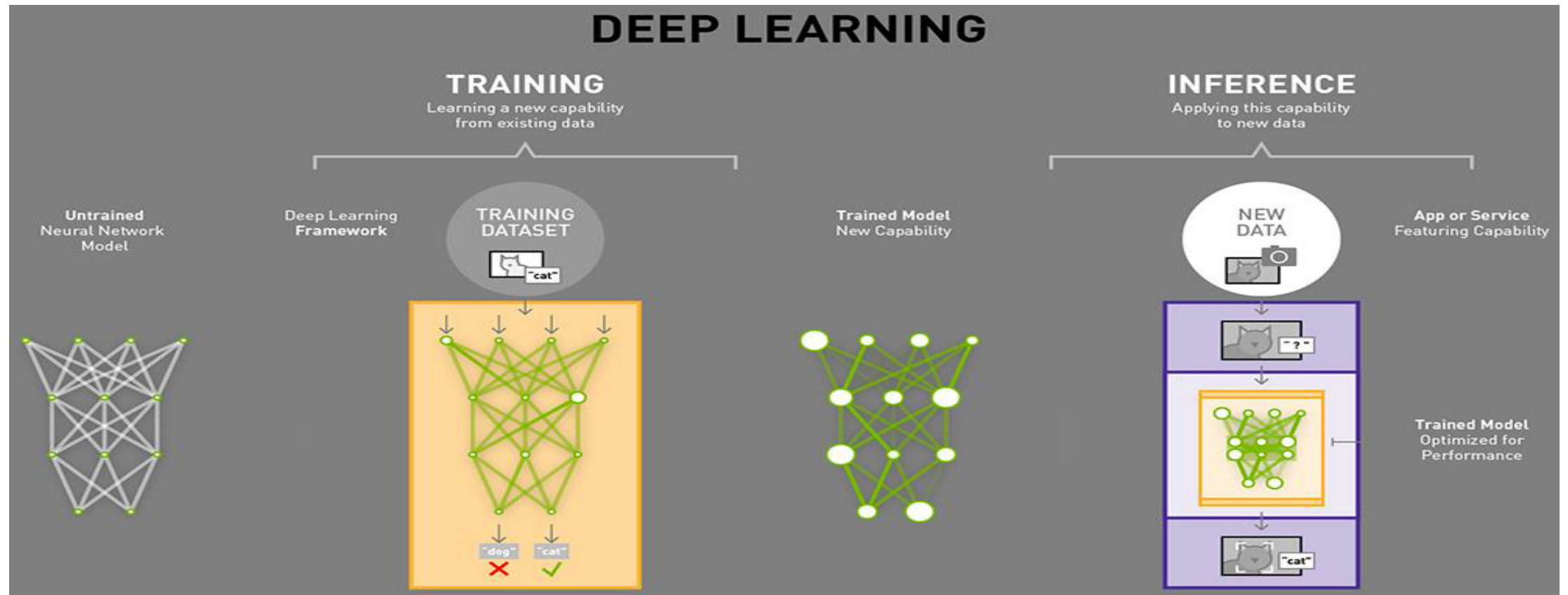
`Programmierung` des Roboters durch erfolgreiches Vorführen der Aufgabe

Bei Fehlern in der Ausführung keine professionelle Hilfe notwendig

2. Rückblick auf Machine Learning

- Definition:
 - “The field of machine learning is concerned with the question of how to construct computer programs that automatically improve with experience.”
[Machine Learning, Tom Mitchell, McGraw Hill, 1997]

2. Rückblick auf Machine Learning

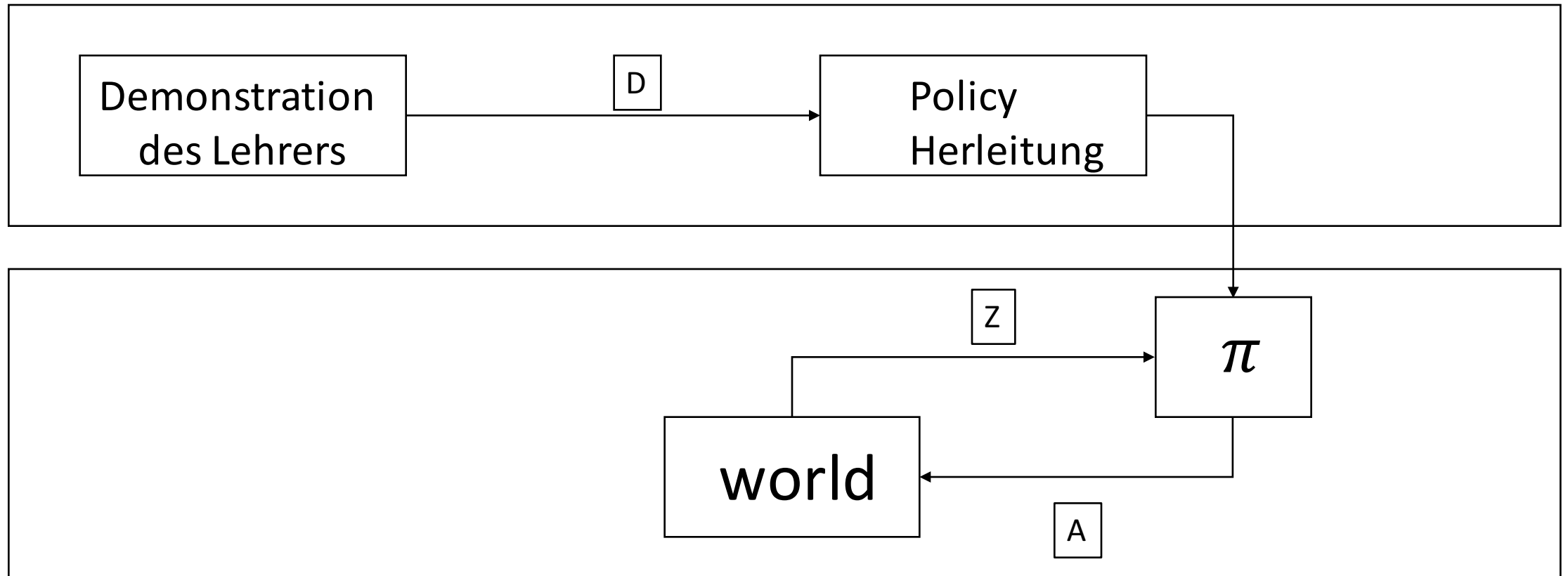


Quelle: Training and Inference of NNs, Nvidia Corporation

3. Terminologie

- LfD: Learning from Demonstration
- D: Demonstration
- S: state (unbekannter Zustand)
- Z: observed state
- A: action (anwendbar auf Z)
- M: mapping
 - $M: S \longrightarrow Z$
- π : policy
 - $\pi: Z \longrightarrow A$

4. Überblick



Vgl.: B.D. Argall, et al., A survey of robot learning from demonstration, Robotics and Autonomous Systems (2009)

5. Aufbau des Datensets

5.1. Allgemeines

5.2. Record & Embodiment Mapping

5.3. Demonstration vs. Imitation

5.4. Teleoperation

5.5. Shadowing

5.6. Sensors on Teacher

5.7. External Observation

5.1. Allgemeines zum Aufbau des Datensets

- Struktur eines A-S-Paares (Action-State)
- Möglichkeiten der Datenaufnahme:
 - Sensoren auf Roboter oder auf Lehrer
 - Speicherung der Bewegungen bei Führung durch Lehrer
 - Kameraaufnahmen des Roboters
- Demonstrationstechniken:
 - Batch learning
 - Interactive approaches

5.2. Record & Embodiment Mapping

Record Mapping

- Ausführung des Lehrers



- Aufgezeichnete Ausführung
- Aufzeichnung fremder Daten
- Überprüfung ob die exakten states/actions des Lehrers mit den aufgezeichneten Ausführungen übereinstimmen

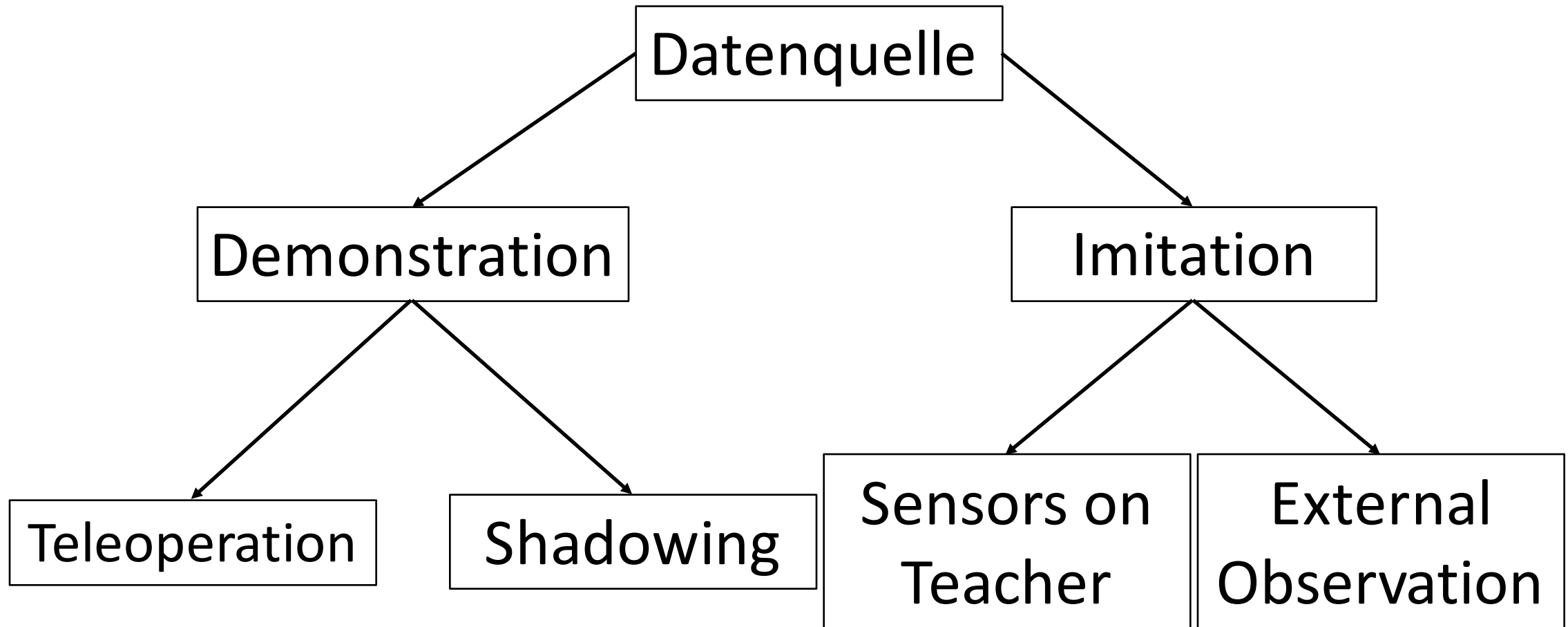
Embodiment Mapping

- Aufgezeichnete Ausführung



- Schüler
- Aufzeichnung eigener Daten
- Überprüfung ob die aufgezeichnete Ausführung mit der erwarteten Ausführung übereinstimmt

5.3. Demonstration vs. Imitation



Vgl.: B.D. Argall, et al., A survey of robot learning from demonstration, Robotics and Autonomous Systems (2009)

5.4. Teleoperation

- “Arbeiten auf Distanz“
- Roboter wird von Lehrer gesteuert
- Aufzeichnung der Daten über eigene Sensoren
- Steuerung über Joystick
- Sprachsteuerung
- Führung des Roboters durch die Bewegungen



Direktes Record Mapping

5.5. Shadowing

- Simultane Nachahmung der Bewegungen des Lehrers durch Roboter
- Aufnahme der Daten über eigene Sensoren
- Zusätzlicher Algorithmus zur aktiven Aufzeichnung und Reproduktion der Daten notwendig



Indirektes Record Mapping

5.6. Sensors on Teacher

- Sensoren direkt auf dem ausführenden Objekt
- Präzise Aufzeichnung der ausgeführten Aktion
- Sensoren sehr speziell
- Keine vielfältige Einsatzmöglichkeit eines Sensors

5.7. External Observation

- Keine Sensoren auf dem vorführenden Objekt
- Sicht von außen auf Vorführung
- Typischerweise durch Kameras direkt auf dem Körper des Roboters
- Möglichkeit zur Verbindung von Sensors on Teacher und External Observation besteht und wird häufig angewandt

6. Policy Herleitung

6.1. Mapping Function

6.2. System Model

6.3. Plans

6.1. Mapping Function

- Demonstrierte Daten werden direkt genutzt um auf den Observed State (Z) anwendbare Aktionen (A) abzuleiten
- Ziel:
 - Reproduktion der zugrunde liegenden zuerst noch unbekanntem Policy des Lehrers
 - Generalisierung der durch Training erworbenen Daten
 - Möglichkeit auch für unbekannte Zustände eine gültige Lösung zu finden

6.2. System Model

- Nutzen der demonstrierten Daten um die Dynamiken der Welt und eine mögliche Reward-Funktion zu erstellen
- Ableitung der Policy aus diesem Modell durch Reinforcement Learning
 - Maschinelles Lernen, bei dem die Maschine selbstständig eine Strategie entwickelt, um erhaltene Belohnung zu maximieren

6.3. Plans

- Nutzung der demonstrierten Daten um Regeln über Auswirkungen der Aktionen abzuleiten
- Abbildung der Aktionen über
 - Pre-Conditions: Zustand, der erreicht sein muss, um die gewünschte Aktion ausführen zu können
 - Post-Condition: Zustand, der durch die Ausführung der Aktion erreicht werden soll
- Rückwärts planen

7. Limitationen

- LfD-Systeme sind von Natur aus mit der im Dataset demonstrierten Information verlinkt
- Performance des Lernalers/Roboters ist über die Qualität dieser Informationen limitiert
- Undemonstrated state or Poor quality data

7. Überwältigung der Limitationen

- Underdemonstrated state
 - Generalisierung von bestehenden Demonstrationen
 - Neuerliche Demonstrationen durchführen
- Poor data quality
 - Schlechte Demonstrationen aus dem Speicher löschen
 - Aus Erfahrungen lernen

8. Berühmte Beispiele

8.1. Hondas Asimo

8.2. Atlas by BostonDynamics

8.1. Hondas Asimo

1986: EO, erster lauffähiger Roboter von Honda

1988: E2, Geschwindigkeit 1,2km/h + Fähigkeit Treppen zu steigen

1993: P1, Prototyp humanoider Roboter (Torso 193cm groß)

1996: P2, 182cm, 210kg

1997: P3, 160cm, 130kg, Geschwindigkeit 2km/h

2000: Asimo, 120cm, 52kg

2014: Entwicklung von Asimo weit fortgeschritten: Fähigkeit Fußball zu spielen

2017: Geschwindigkeit: 9km/h

https://youtu.be/fQ3EHtEI_NY

8.2. Atlas by BostonDynamics

- Größe: 1,5m
- Gewicht: 75kg
- Nutzlast: 11kg
- Power: Batterie
- Antrieb: hydraulisch
- <https://youtu.be/SD6Okylclb8>
- <https://youtu.be/rVlhMGQgDkY>
- <https://youtu.be/fRj34o4hN4I>



[https://de.wikipedia.org/wiki/Atlas_\(Roboter\)#/media/File:Atlas_from_boston_dynamics.jpg](https://de.wikipedia.org/wiki/Atlas_(Roboter)#/media/File:Atlas_from_boston_dynamics.jpg)

9. Quellen

- B.D. Argall, et al., A survey of robot learning from demonstration, Robotics and Autonomous Systems (2009)
- Baris Akgun, et al., Keyframe-based Learning from Demonstration Method and Evaluation
- Aude Billard and Daniel Grollman (2013), Scholarpedia, 8(12):3824.
- <https://www.bostondynamics.com/atlas>
- <https://koroibot-motion-database.humanoids.kit.edu/list/motions/>
- <http://rll.berkeley.edu/deeprlcourse/>
- Stefan Schaal, Learning From Demonstration
- A. Billard, S. Calinon, R. Dillmann, and S. Schaal, “Robot programming by demonstration,” in Springer handbook of robotics. Springer, 2008, pp. 1371–1394.
- Jangwon Lee, A survey of robot learning from demonstrations for Human-Robot Collaboration (2017)
- Training and Inference of NNs, Nvidia Corporation
- [https://de.wikipedia.org/wiki/Atlas_\(Roboter\)#/media/File:Atlas from boston dynamics.jpg](https://de.wikipedia.org/wiki/Atlas_(Roboter)#/media/File:Atlas_from_boston_dynamics.jpg)
- <https://www.forbes.com/sites/aarontilley/2017/09/19/ai-startup-invents-trick-for-robots-to-more-efficiently-teach-themselves-complex-tasks/#17b0cd2a15fe>
- <http://asimo.honda.com/downloads/pdf/asimo-technical-information.pdf>