

Robotersysteme und künstliche Intelligenz für die Unterstützung des Menschen

Elsa Andrea Kirchner

DFKI Bremen & Universität Bremen
Robotics Innovation Center
Director: Prof. Dr. Frank Kirchner
www.dfki.de/robotics
robotics@dfki.de



RECUPERA-Reha

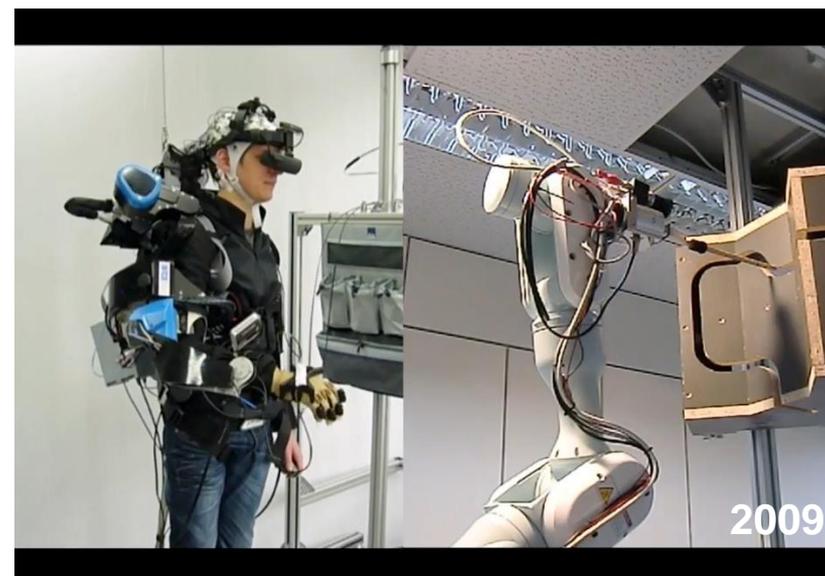
Exoskeleton for upper body robotic assistance

- Therapie Modi:
 - „Master-Slave“ für Spiegeltherapie
 - „Teach in“ für einfache Wiederholung
 - Gewichtskompensationsmodus
- Einfache Steuerung durch HTML-Schnittstelle
- Frühe Unterstützung nach Schlaganfall durch System am Rollstuhl
- Späte Unterstützung mobiler auch im Stehen und Sitzen

E. A. Kirchner et al. (2016), Recupera-Reha: Exoskeleton Technology with Integrated Biosignal Analysis for Sensorimotor Rehabilitation, In 2. Transdisziplinäre Konferenz "Technische Unterstützungssysteme, die die Menschen wirklich wollen", 12.12.-13.12.2016, Hamburg, Elsevier, pages 504-517, Dec/2016.

S. Kumar et al. (2017). Integrating Mimic Joints into Dynamics Algorithms – Exemplified by the Hybrid Recupera Exoskeleton. In Proceedings of the 2017 Conference on Advances In Robotics, (AIR-2017), 28.6.-02.7.2017, New Delhi, ACM-ICPS, 2017.





eBR erkennt unterschiedliche Muster im Elektroenzephalogramm (EEG) für:

- Erkennung des Auslastung des Menschen,
- Bewegungsvorhersage und
- Erkennen von Interaktionsfehlern

→ embedded **Brain** Reading

E. A. Kirchner et al. (2013). On the Applicability of Brain Reading for Predictive Human-Machine Interfaces in Robotics. In PLoS ONE, Public Library of Science, volume 8, number 12, pages e81732.

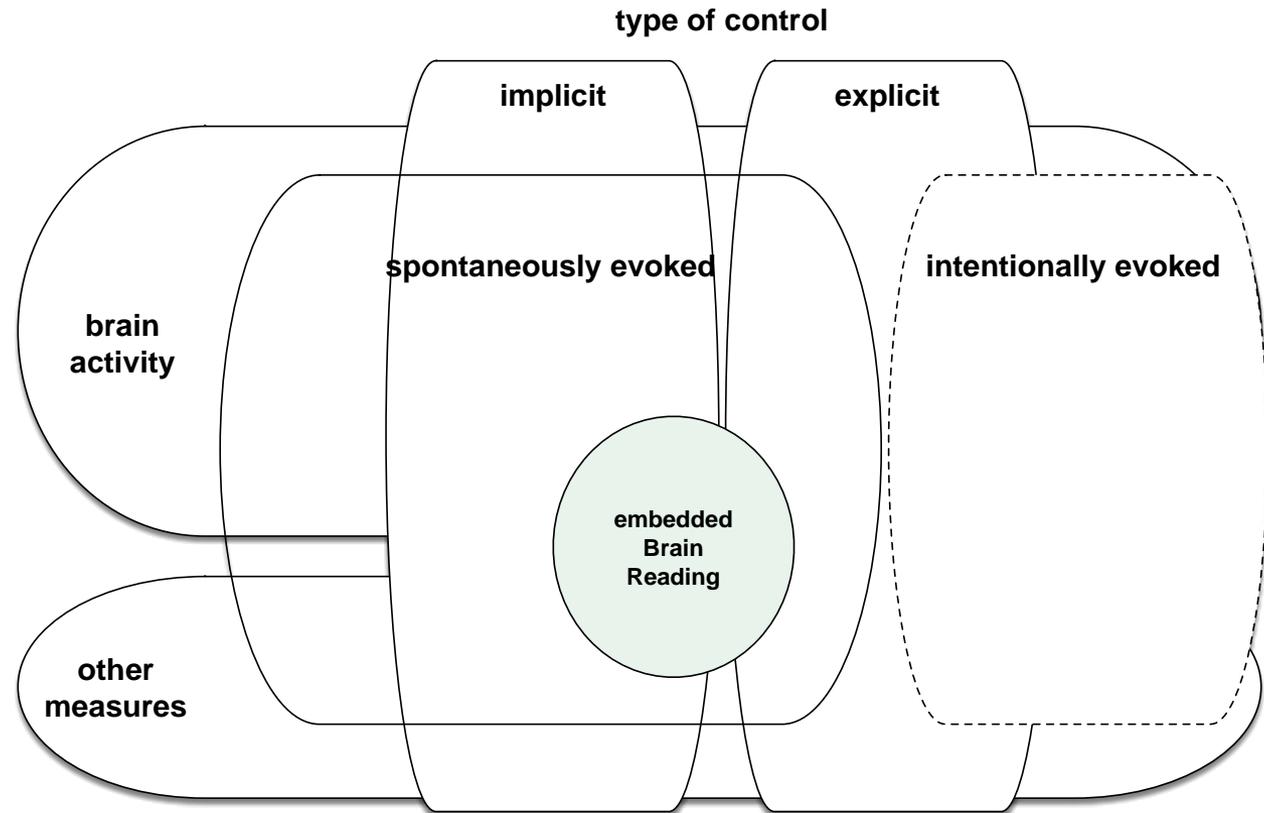
E. A. Kirchner et al. (2016). An intelligent man-machine interface - multi-robot control adapted for task engagement based on single-trial detectability of P300. In Frontiers in Human Neuroscience, Frontiers, volume 10, pages 291, Jun/2016.

S.-K. Kim et al. (2017). Intrinsic interactive reinforcement learning - Using error-related potentials for real world human-robot interaction. In Scientific Reports, Nature, volume 7: 17562, Dec/2017.

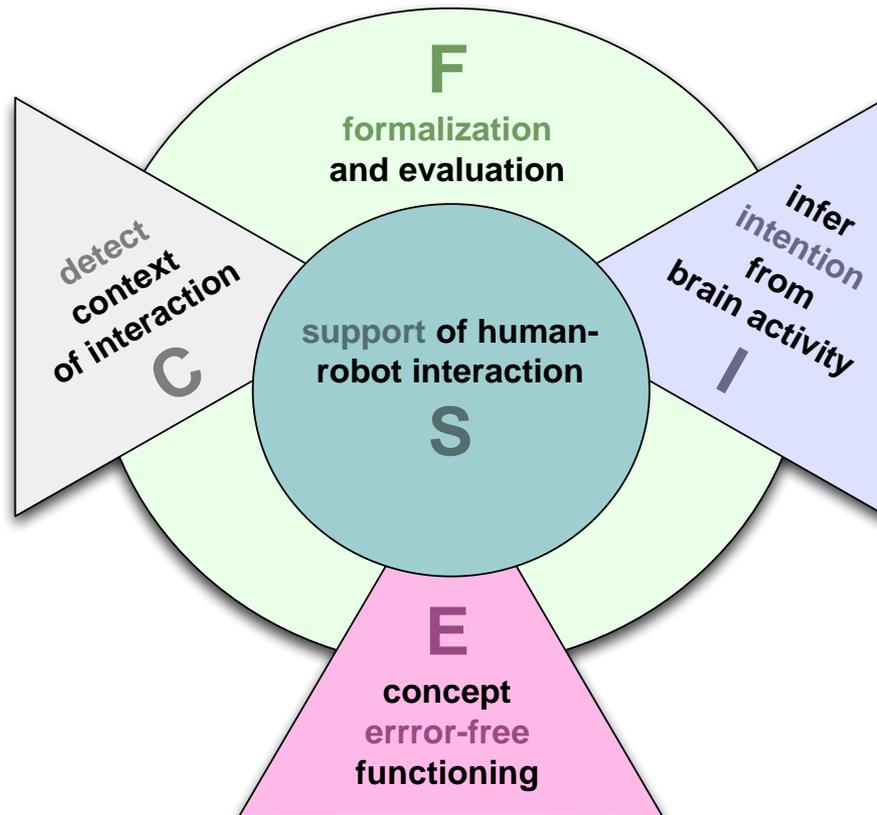
Relevant für
Anwendungen ist:

- zusätzliche kognitive Last zu vermeiden → **spontan ausgelöste Gehirnaktivität** wird genutzt (1)

→ **embedded Brain Reading**



(1) E. A. Kirchner et al. Embedded multimodal interfaces in robotics: Applications, future trends and societal implications. In Oviatt, S., Schuller, B., Cohen, P. & Sonntag, D. (eds.) Handbook of Multimodal-Multisensor Interfaces , vol. 3, forthcoming. (ACM Books, Morgan Claypool, forthcoming).



Herausforderungen für die Anwendung:

- **Fehlfunktionen** wegen Fehlinterpretation der Gehirnsignale **vermeiden**
- **Intention vorhersagen** oder **interne Zustände** des Menschen in komplexen Situationen **realer Anwendungen** erkennen

Lösungen durch eBR:

- Herausforderungen werden durch Nutzung des **Kontext der Interaktion** gelöst → benötigt **andere Daten**, wie Eyetracking, muskuläre Aktivität, Zustand des Roboters...

→ **embedded Brain Reading**, da es eingebettet ist in:

- den Kontext,
- die Steuerung des (robotischen) Systems,
- weitere (Bio-) Signale und deren Analyse bzw. Interpretation

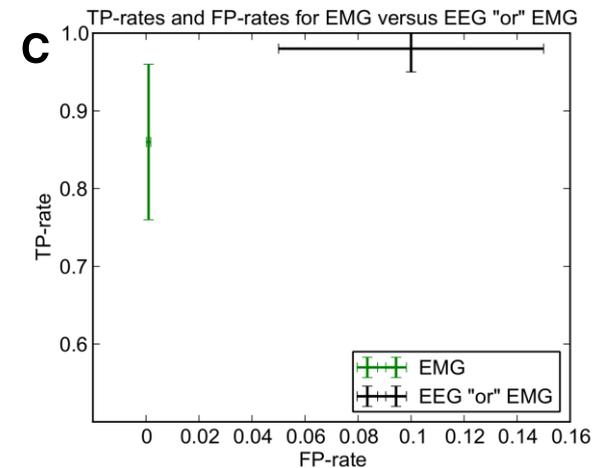
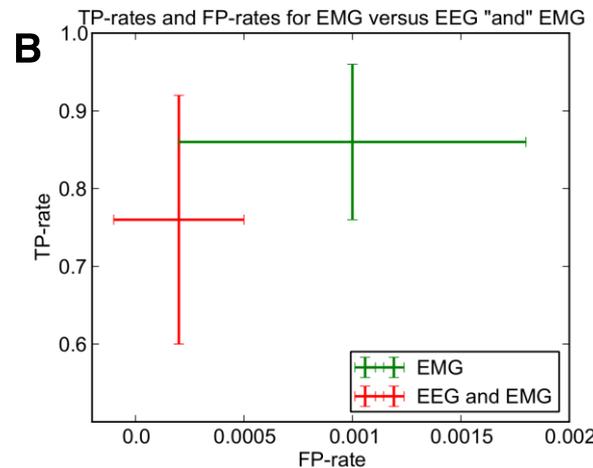
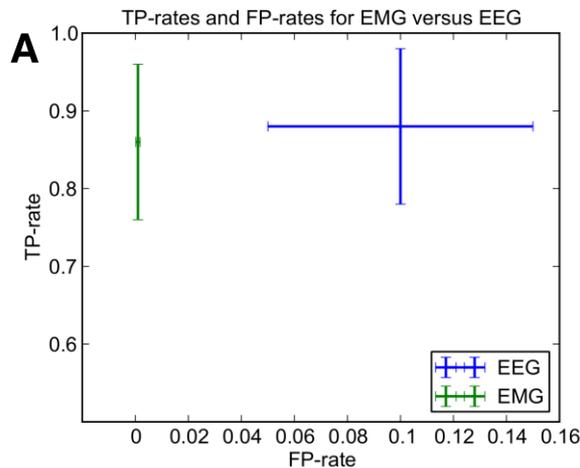
(1) E. A. Kirchner et al. (2013). On the applicability of brain reading for predictive human-machine interfaces in robotics. PLoS ONE 8, e81732



Kombinierte Nutzung von Eyetracking, EMG und EEG

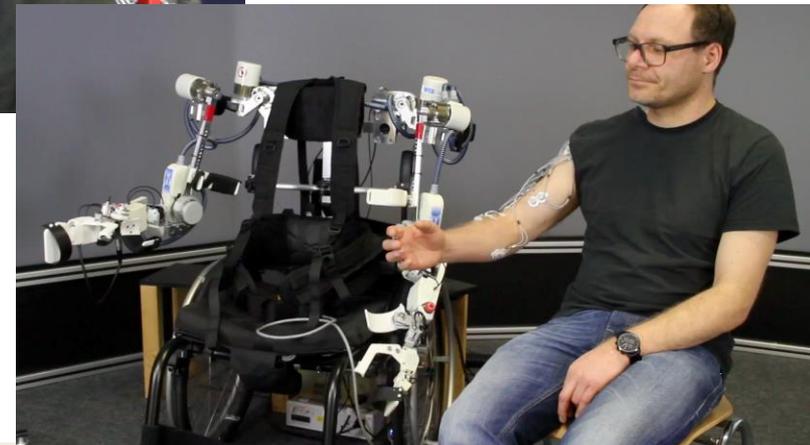
Kopassungen an die Bedürfnisse des Patienten (2,3)

Zuverlässigkeit verbessern (2,3): kombinierte Nutzung von EEG und EMG



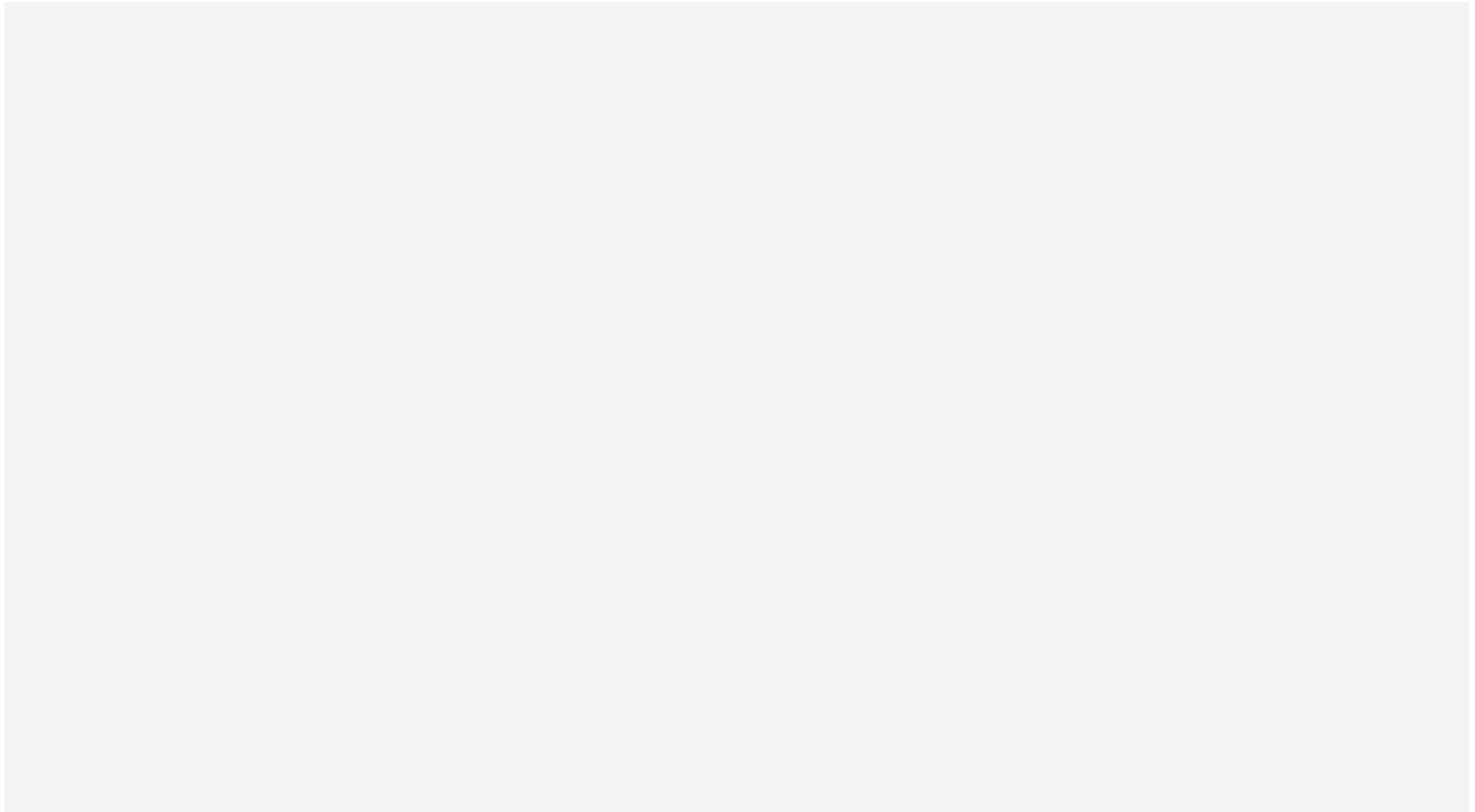
(2) E. A. Kirchner et al. (2014), Multimodal Movement Prediction - Towards an Individual Assistance of Patients. In PLoS ONE, Public Library of Science, volume 9, number 1, pages e85060, 2014.

(3) H. Wöhrle et al. (2017), A Hybrid FPGA-Based System for EEG- and EMG-Based Online Movement Prediction, In In Sensors - Open Access Journal, MDPI, 2017 Jul 3;17(7). pii: E1552. doi: 10.3390/s17071552.



E. A. Kirchner et al. (2013), Towards Assistive Robotics for Home Rehabilitation, In Proceedings of the 6th International Conference on Biomedical Electronics and Devices, (BIODEVICES-13), 11.2.-14.2.2013, Barcelona, Feb/2013.

L. M. V. Benitez et al. (2013), Exoskeleton Technology in Rehabilitation: Towards an EMG-Based Orthosis System for Upper Limb Neuromotor Rehabilitation, In: Journal of Robotics 2013(10):1-13, DOI: 10.1155/2013/610589





- Biosignale können genutzt werden, um die Intentionen einer Person oder eines Patienten oder interne Zustände zu erkennen. (1)
- Multimodale Daten ermöglichen eine bessere Interpretation von Gehirnaktivität da der Kontext der Interaktion erkannt werden kann und die Reliabilität erhöht wird. (2)
- Biosignals und die Fähigkeiten des (robotischen) Systems sollen da kombiniert werden wo es möglich ist und die Anwendbarkeit verbessert wird. (2)
- Die Kombination der verschiedenen Ansätze ermöglicht bestmögliche Unterstützung durch :
 - Erkennen von Bewegungsintention für die kontextbezogene Unterstützung,
 - Während gleichzeitig die kognitive Belastung des Patienten überwacht wird und
 - Die Anwendung auf Basis von impliziten Feedback aus dem EEG optimiert wird
- Jedoch sollte die Nutzung von EEG sorgfältig hinterfragt werden! → In einigen Fällen reichen andere, einfacher zu erhebbende Daten, wie Bewegungsdaten aus, um die Anwendung zu optimieren.

- (1) Kirchner, E. A. and Kim, S.-K. (2018), Multi-Tasking and Choice of Training Data Influencing Parietal ERP Expression and Single-Trial Detection—Relevance for Neuroscience and Clinical Applications, In: *Frontiers in Neuroscience*, volume 12, pages 188, DOI: 10.3389/fnins.2018.00188
- (2) Kirchner, E. A., Fairclough, S. & Kirchner, F. Embedded multimodal interfaces in robotics: Applications, future trends and societal implications. In Oviatt, S., Schuller, B., Cohen, P. & Sonntag, D. (eds.) *Handbook of Multimodal-Multisensor Interfaces*, vol. 3, forthcoming. (ACM Books, Morgan Claypool, forthcoming)



Vielen Dank!

DFKI Bremen & Universität Bremen
Robotics Innovation Center
Director: Prof. Dr. Frank Kirchner
www.dfki.de/robotics
robotics@dfki.de

