

AP 350: Intelligenter Ultraschall-Aspirator

N. Erben¹, D. Schetelig², S. Buschschröter², J. Buggisch², J. Kren³, P. Kuppler³,
I. Skambath³, S. Spahr-Hess³, M. M. Bonsanto³, F. Ernst¹

¹Institut für Robotik und Kognitive Systeme, Universität zu Lübeck, ²Söring GmbH, ³Klinik für Neurochirurgie, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein

1 – Ultraschall-Aspirator

- Der Ultraschall-Aspirator kann Hirntumore in der Neurochirurgie operativ entfernen und wird bei ca. 40% der Hirntumorresektionen eingesetzt
- Projektziel: automatische Geweberkennung durch einen intelligenten Ultraschall-Aspirator
- Elektrische Messwerte des Ultraschall-Aspirators und KI-basierte Methoden werden zur Geweberkennung genutzt
- Hieraus ergibt sich die Möglichkeit zur optimalen Generatoreinstellung und Tumorranderkennung

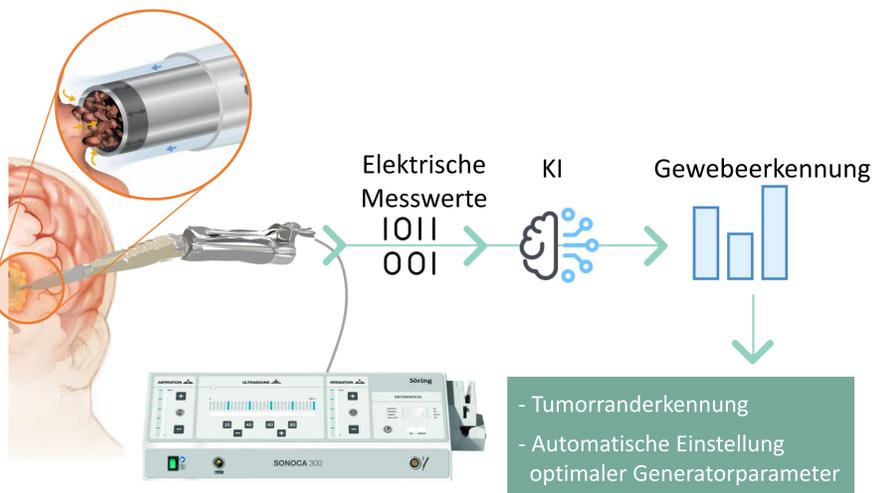


Abb. 1: Schematische Abbildung des Projektziels

2 – Datenakquise Labor-/klinische Daten

- Erhebliche Erweiterung der Datenaufnahme:
 - Standardisierte Datenaufnahme mittels CNC-Maschine wurde durch **manuelle Instrumentenführung** erweitert
 - Darüber hinaus werden Labordaten mit **neurochirurgisch und klinisch erhobenen Daten** verglichen und dementsprechend Gewebemodelle mit ähnlichen Gewebefestigkeiten erstellt

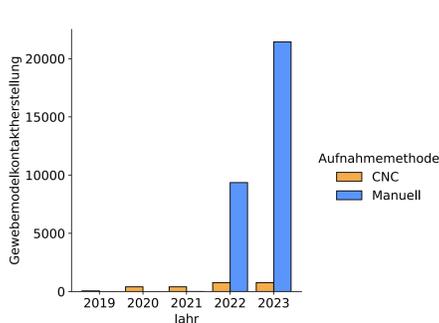


Abb. 2: Zeitliche Entwicklung der Datenerhebung

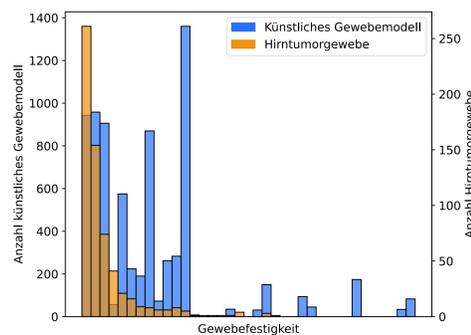


Abb. 3: Indentermessung: Vergleich Festigkeiten Hirntumorgewebe und künstlicher Gewebemodelle

3 – Echtzeitfähige Kontakterkennung

- Eine automatische und echtzeitfähige Kontakterkennung auf den Zeitserien-Daten wird mittels verschiedener KI-Methoden realisiert und evaluiert

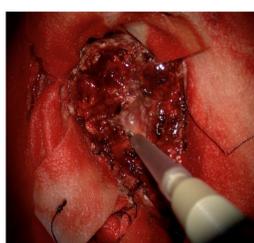


Abb. 4: OP-Sicht

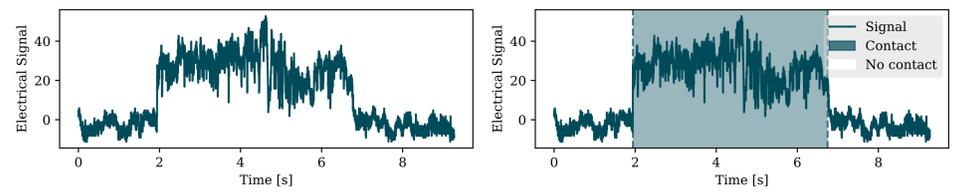


Abb. 4: Elektrisches Signal vor und nach Kontaktklassifikation

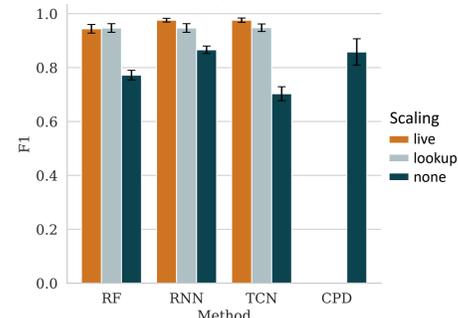


Abb. 5: Ergebnisse der Kontaktklassifikation

ML-Methoden

- Random forest (RF)
- Recurrent neural network (RNN)
- Temporal convolutional network (TCN)
- Changepoint detection (CPD)

4 – Hierarchische Erkennung von Gewebeeigenschaften

- Exemplarische **Differenzierung unterschiedlicher Gewebeeigenschaften** mittels hierarchischer Klassifikation am Beispiel manuell erhobener Daten

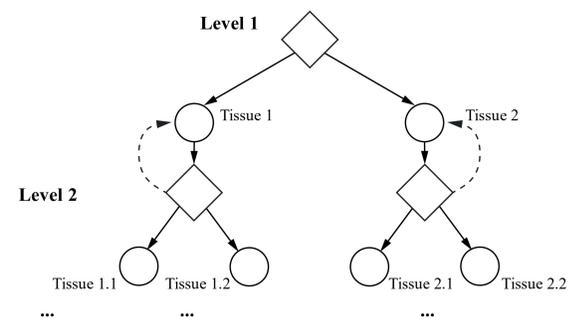


Abb. 6: Hierarchischer Klassifikationsaufbau

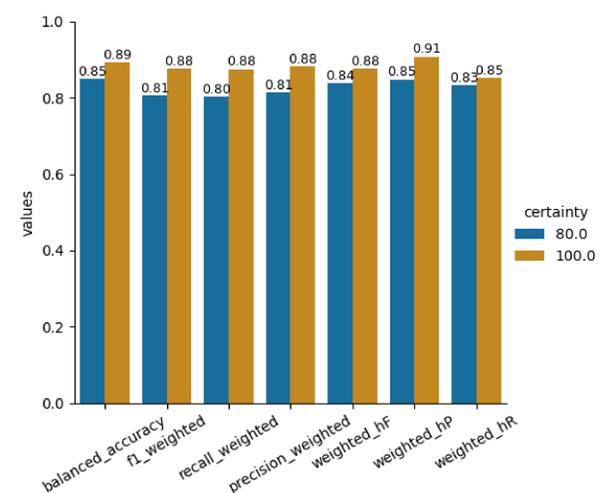


Abb. 7: Ergebnisse unter Nutzung des hierarchischen Klassifikationsaufbaus

5 – Überführung in eine Demonstrator-Architektur

- Aktuelle Methoden und Modelle werden in eine echtzeitfähige Demonstrator-Architektur überführt
- Erste Ergebnisse sind aussichtsreich

6 – Zusammenfassung & Ausblick

- Datenerhebung wurde deutlich ausgeweitet
- Trainingsprozess ist sowohl auf den bisherigen computergesteuerten als auch auf den manuell erhobenen Labordaten erfolgreich
- Erste vielversprechende Überführung in einen Demonstrator
- Weitere Verbesserung der Genauigkeit und Anpassung an den OP-Betrieb notwendig