

TMD-TRACE

TMD - Training of neural networks and Research for Advanced Classification and Explanation of mandibular kinematics

Programm / Ausschreibung	KS 24/26, Bridge 2025, BRIDGE 2025 (AS 2024/02)	Status	laufend
Projektstart	01.09.2025	Projektende	31.08.2028
Zeitraum	2025 - 2028	Projektlaufzeit	36 Monate
Keywords	Temporomandibular disorders, Artificial Intelligence, AI diagnostics, time-series analysis		

Projektbeschreibung

Das Forschungsprojekt „TMD-TRACE“ (TMD - Training of neural networks and Research for Advanced Classification and Explanation of mandibular kinematics) konzentriert sich auf die Verbesserung der Diagnostik craniomandibulärer Dysfunktionen (CMD). Dabei handelt es sich um Erkrankungen, die das Kiefergelenk (z. B. bei Diskusverlagerungen oder degenerativen Veränderungen) und die Kaumuskulatur betreffen und häufig mit Schmerzen und Funktionsstörungen einhergehen.

Grundlage ist die Kondylografie, ein etabliertes, jedoch anspruchsvolles Verfahren zur dreidimensionalen Aufzeichnung von Unterkieferbewegungen mithilfe des CADIAX-4-Systems. Klinisch wertvolle Informationen – etwa zur Kondylenbahn oder zur Koordination beider Kiefergelenke – werden bislang manuell bewertet und erfordern hohe Expertise. TMD-TRACE möchte diesen Prozess mithilfe moderner Deep-Learning-Methoden erleichtern, standardisieren und erweitern.

Ziel 1 des Projekts ist der Aufbau einer Datenbank von qualitativ hochwertigen Patientendatensätzen, die neben kondylografischen Tracings auch relevante klinische Befunde enthalten. Auf dieser Basis werden im zweiten Schritt klassische kondylografische Parameter automatisiert extrahiert und mithilfe von Clustering-Ansätzen nach latenten Mustern durchsucht. Dadurch entsteht eine zeiteffiziente, reproduzierbare Bewertung verschiedener Bewegungsmerkmale.

Im dritten Teil wird ein Klassifikationsmodell entwickelt, das auf Recurrent Neural Networks (RNN), Long Short-Term Memory (LSTM) und Time-Series Transformers basiert. Diese Modelle sind darauf zugeschnitten, sequentielle Daten zu verarbeiten und so die feinen Details der Unterkieferbewegungen zu erfassen. Eine besondere Rolle spielt die Erklärbarkeit (Explainable AI): Mit Methoden wie SHAP (Shapley Additive exPlanations) und LIME (Local Interpretable Model-Agnostic Explanations) wird nachvollziehbar, welche spezifischen Merkmale für die Klassifizierung ausschlaggebend sind.

Aufbauend auf diesen Analysen zielt das Projekt darauf ab, neuartige raumzeitliche Bewegungsbiomarker zu definieren und klinisch zu validieren. Dank der engen Kooperation mit der Vienna School of Interdisciplinary Dentistry (VieSID) fließen umfangreiche, international gesammelte Datensätze in das Projekt ein und VieSID wird mit seiner klinischen und statistischen Expertise bei der Analyse der Resultate beteiligt sein. Das Unternehmen GAMMA bringt sein Know-how für die

technische Umsetzung in die CADIAX-Software und für den angestrebten Praxistransfer ein. So entsteht eine direkte Verknüpfung zwischen Forschung und Wirtschaft: Es ist geplant die entwickelten KI-Modelle später in die vorhandene Software zu integrieren, um Zahnärzt:innen eine Unterstützung bei CMD-Analyse zu ermöglichen.

Langfristig soll TMD-TRACE dazu beitragen, die Kondylografie breiter verfügbar zu machen und Diagnosen zu beschleunigen. Patient:innen profitieren von einer präziseren Einordnung ihrer Funktionsstörung und einer passgenaueren Therapieplanung. Das Projekt leistet damit einen entscheidenden Beitrag zur modernen, funktionsorientierten Zahnmedizin und setzt auf eine nachhaltige Verbindung aus wissenschaftlicher Exzellenz und praxisnaher Verwertung.

Abstract

The “TMD-TRACE” project (TMD - Training of neural networks and Research for Advanced Classification and Explanation of mandibular kinematics) aims to enhance the diagnostic process for temporomandibular disorders (TMD), disorders involving the temporomandibular joints and masticatory muscles. Such conditions often manifest through jaw pain, limited mobility, and impaired function, especially in cases like disc displacements or degenerative changes.

At the core of the project is condylography, a proven but technically demanding method that uses the CADIAX 4 system to record three-dimensional mandibular movements. Although these tracings provide valuable clinical insights, they currently require manual interpretation by highly trained specialists. TMD-TRACE seeks to simplify and standardize this evaluation through advanced Deep Learning techniques.

The first objective is to build a high-quality database of retrospective patient cases, integrating both condylographic records and relevant clinical data. In the second phase, the project focuses on automated extraction of established condylographic parameters—such as condylar path inclination or maximum opening angle—and applies clustering methods to uncover latent patterns. This approach reduces the time needed for manual analysis while boosting reliability.

Next, a classification model, testing methods like Recurrent Neural Networks (RNN), Long Short-Term Memories (LSTM), and Time-Series Transformers, will be developed. These architectures are designed to handle sequential data, capturing the nuanced dynamics of the jaw’s motion. Special attention is given to Explainable AI (XAI) using methods like SHAP (Shapley Additive exPlanations) and LIME (Local Interpretable Model-Agnostic Explanations) to clarify which features most strongly influence the model’s decisions.

Finally, the project’s fourth objective is to identify and validate novel spatiotemporal “biomarkers” derived from the XAI analyses, potentially leading to improved clinical assessments. The Vienna School of Interdisciplinary Dentistry (VieSID) contributes extensive patient data from its international network and supports statistical validation and clinical interpretation of results. The industrial partner, GAMMA, offers its technical expertise for integrating the resulting AI models into the existing CADIAX software and paves the way toward commercial implementation. This close collaboration between research and industry ensures that the final tools will be practical for dentists, expanding condylography’s utility and lowering barriers to widespread adoption.

In the long term, TMD-TRACE is expected to accelerate and refine TMD diagnoses, providing patients with more precise therapeutic guidance and helping to advance a function-focused approach in dentistry. By merging scientific excellence with

application-driven development, the project underscores the future of digital diagnostics in modern oral medicine.

Projektkoordinator

- Medizinische Universität Wien Universitätszahnklinik

Projektpartner

- "Gamma" Medizinisch-wissenschaftliche Fortbildungs GmbH
- VieSID - Vienna School of Interdisciplinary Dentistry - The Slavicek Foundation - Wiener Schule für interdisziplinäre Zahnheilkunde