



# Interaktive Planung von Gesichtsimplantaten

Jan Egger, Markus Gall, Jürgen Wallner, Knut Reinbacher  
Katja Schwenzer-Zimmerer, Dieter Schmalstieg

Institut für Maschinelles Sehen und Darstellen, TU Graz  
BioTechMed, Graz

Klinische Abteilung für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Meduni Graz



## Einleitung

Die Rekonstruktion von Deformationen im Gesichtsbereich auf Grund knöcherner Frakturen ist Teil der täglichen Routine eines Chirurgen im Bereich der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie. Die Frakturen können als Folge von Unfällen im Sport, Straßenverkehr, auf Grund von Rohheitsdelikten oder im Rahmen von pathologischen Prozessen wie Tumoren oder Knochenzysten auftreten. Bei vielen Rekonstruktionen von Knochendefekten kommen so genannte Miniplatten zur Anwendung. Mit dem Ziel, das betroffene (defekte) Gebiet zu stabilisieren, werden die Miniplatten über der Fraktur an der Knochenoberfläche beider Fragmente platziert und mit Schrauben befestigt. Da allerdings die Implantate in ihrer Ausgangsform gerade sind, müssen sie an die Knochenstruktur entsprechend angepasst werden. Dies geschieht intraoperativ durch passive Adaption unmittelbar vor der Plattenfixierung. In der klinischen Routine kann dieser Vorgang ein erhebliches Maß an Operationszeit in Anspruch nehmen und auch zusätzlich ein hygienisches Problem darstellen. Im Allgemeinen verlangt die Plattenadaption eine mehrmalige Anpassung und Korrektur, um ein zufriedenstellendes Ergebnis zu erzielen. Dabei wird das Implantat immer wieder an die knöchernen Struktur angelegt und muss bei ungenügender Passung wieder erneut adaptiert und nachgebogen werden.

## Methoden

Für diese Studie wurden Standard (512x512)-Computertomographiedaten mit einer maximalen Schichtdicke von einem Millimeter verwendet. Diese wurden im Rahmen der klinischen Routine zur Diagnosesicherung und Behandlungsplanung bei Gesichtsschädelbrüchen in der Abteilung für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie der Medizinischen Universität Graz erstellt. Als Implementierungsgrundlage wurde die Prototyping Plattform MeVisLab ([www.mevislab.de](http://www.mevislab.de)) eingesetzt, die ein Interface für den Aufbau einfacher und fortgeschrittener Anwendungen und Algorithmen mit Hilfe eines modularen Systems bietet. Um einem Benutzer unserer Anwendung eine einfache und klar verständliche Oberfläche zur Verfügung zu stellen, wurde mit Hilfe der Mevis Description Language und dem fachlichem Input unserer klinischen Partner aus mehreren Meetings ein übersichtliches Userinterface implementiert und realisiert. Abbildung 1 zeigt in einem Ablaufdiagramm die implementierten Algorithmen, wie sie bei der Planung der Gesichtsrekonstruktion angewendet werden.

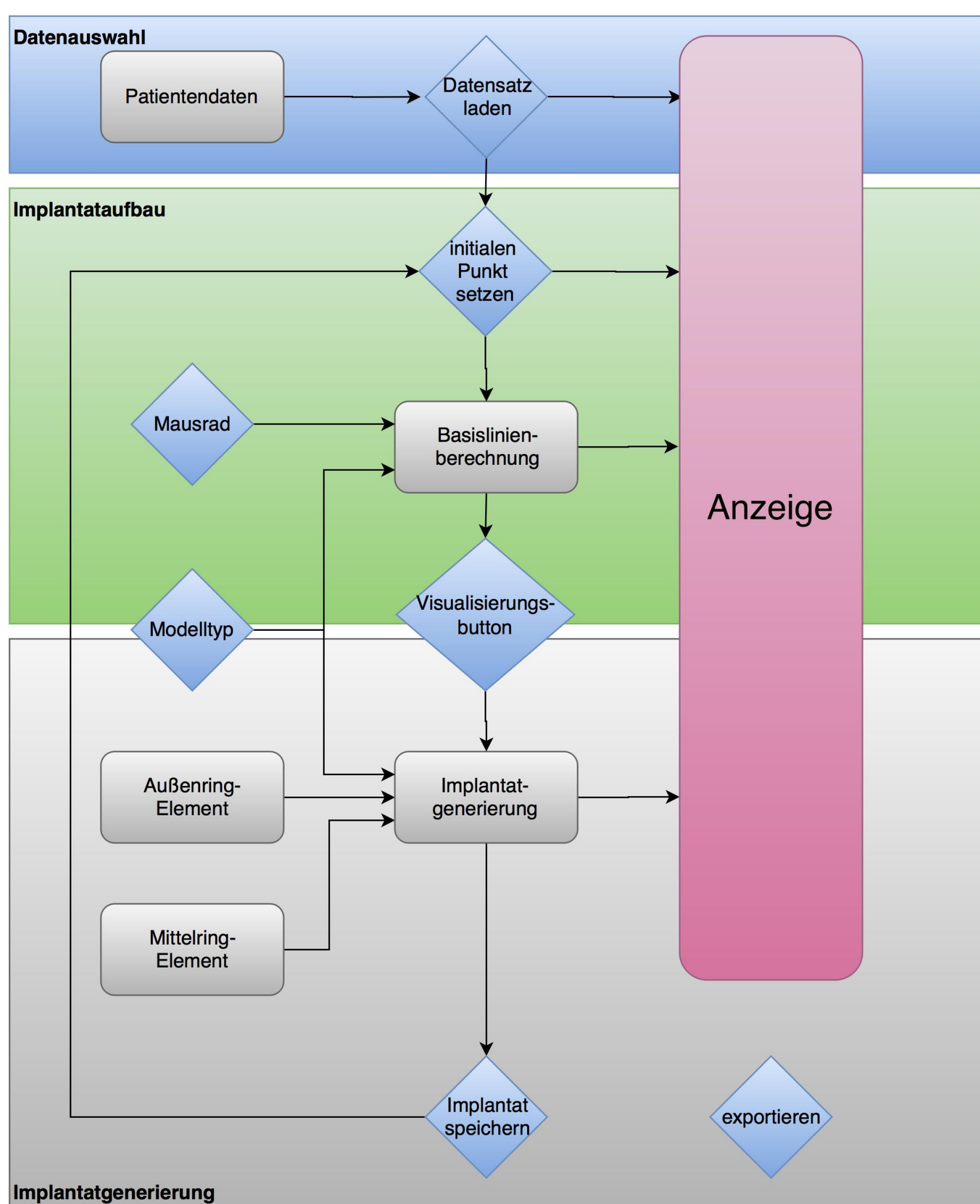


Abbildung 1 – Ablaufdiagramm der Planungssoftware

## Ergebnisse

Die entwickelte Software und das Benutzerinterface werden in Abbildung 2 präsentiert. Dabei besteht die Benutzeroberfläche aus einem Kontroll- (links) und einem Visualisierungsfenster (rechts). In Abbildung 2 wurde ein Datensatz aus der klinischen Routine geladen, bei dem eine Basislinie (grüne Punkte) und ein Implantat (Gold) unabhängig voneinander platziert wurden. Außerdem wird eine Detailansicht der Basislinie und des Implantats gezeigt (rote Box). Auf der linken Seite können verschiedene Miniplatten aus der Modus 2.0-Serie von MedArtis ([www.medartis.com](http://www.medartis.com)) für eine Planung ausgewählt werden. Die Software wurde von zwei Kieferchirurgen, einem Biomedizintechniker und einem Informatiker evaluiert. Dazu wurde allen vier Benutzern die Software vorgeführt (Trainingsphase). Danach nahmen die Benutzer eine eigene Planung vor, beginnend mit dem Laden eines Datensatzes bis hin zum Speichern/Exportieren des geplanten Implantats (Zeit T in Minuten). Anschließend wurden die Benutzer gebeten, einen Evaluationsfragebogen auszufüllen: von "trifft nicht zu" (0) bis "trifft zu" (6) (Tabelle 1).

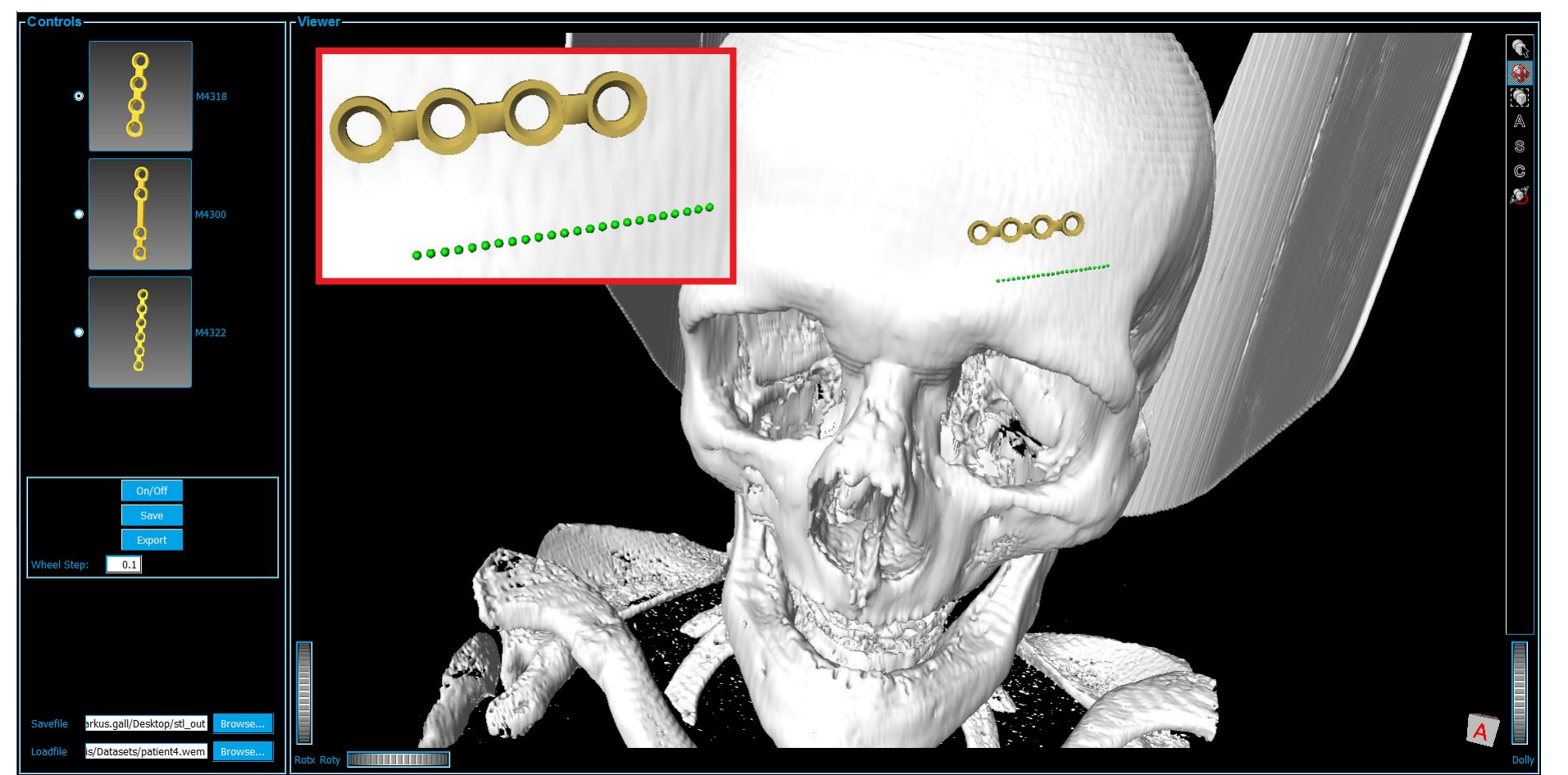


Abbildung 2 – Die Benutzeroberfläche besteht aus einem Kontrollfenster und einem Visualisierungsfenster. Visualisiert ist ein Datensatz (weiß) mit einer Basislinie (grüne Punkte) und einem schon geplanten Implantat an einer anderen Position (Gold).

| Nr. | Fragen   | 1   | 2   | 3   | 4   | Median | Fehler |
|-----|--|-----|-----|-----|-----|--------|--------|
| Q1  | Benötigt die Software wenig Einarbeitungszeit?   | 6   | 6   | 6   | 6   | 6,00   | 0      |
| Q2  | Können mit der Software zufriedenstellende Ergebnisse erzielt werden?  | 6   | 6   | 6   | 6   | 6,00   | 0      |
| Q3  | Stellt die Software genügend Funktionen für die Aufgabe bereit?  | 6   | 5   | 6   | 6   | 5,75   | 0,22   |
| Q4  | Ist die Software leicht zu bedienen?   | 4   | 6   | 6   | 6   | 5,50   | 0,43   |
| Q5  | Wie zufrieden sind Sie mit der Benutzeroberfläche (Gestaltung, Style, Übersichtlichkeit)?  | 6   | 6   | 6   | 6   | 6,00   | 0      |
| Q6  | Wie präzise konnte das Implantat platziert werden?   | 6   | 6   | 6   | 6   | 6,00   | 0      |
| Q7  | Wie zufrieden sind Sie mit dem erzielten Resultat?   | 6   | 6   | 6   | 6   | 6,00   | 0      |
| Q8  | Wie einfach war es, das Implantat anzupassen (Position, Orientierung, Modell, ...)?  | 5   | 6   | 6   | 5   | 5,50   | 0,25   |
| Q9  | Wie zufrieden waren Sie mit dem Zeitaufwand (ohne Training)?   | 6   | 6   | 6   | 6   | 6,00   | 0      |
| Q10 | Wie ist Ihr Gesamteindruck?  | 6   | 6   | 6   | 6   | 6,00   | 0      |
| Q11 | Angenommen, das 3D-gedruckte Implantat würde mir wenigen Korrekturen passen, würden Sie dann die Software in der täglichen Routine benutzen? | 6   | 6   | 6   | 6   | 6,00   | 0      |
| T   | Wieviel Zeit (in Minuten) haben Sie benötigt, um ein zufriedenstellendes Ergebnis zu erzielen?   | 4,0 | 5,5 | 3,5 | 4,2 | 4,30   | 0,37   |

Tabelle 1 – Evaluationsfragebogen inklusive Benutzerergebnissen: Biomedizintechniker (1), Kieferchirurg (2), Kieferchirurg (3), Informatiker (4).

## Diskussion

In diesem Beitrag wurde der Prozessablauf von Gesichtsfrakturbehandlungen unter der Verwendung von konventionellen Miniplatten vorgestellt. Dabei können mit unserem Ansatz verschiedene Implantate interaktiv und in kürzester Zeit über unterschiedlichen Frakturen an beliebigen Positionen im Gesicht/Schädel platziert werden. Zukünftige Arbeiten beinhalten die Möglichkeit der Generierung von patientenindividuellen Implantaten, die nach ihrer virtuellen bild- und computergestützten Konstruktion mit Hilfe eines 3D-Druckers oder einer Fräse hergestellt werden können. Außerdem soll die vorgestellte Arbeit auf Frakturen in anderen Körperteilen - etwa der Wirbelsäule - adaptiert und in ein Augmented Reality (AR)-System zur visuellen Unterstützung eingebunden werden.

## Danksagung

Diese Arbeit erhielt Förderung von BioTechMed-Graz und der 6. Ausschreibung der kompetitiven Anschubfinanzierung der TU Graz ("Interaktive Planung und Rekonstruktion von Gesichtdefekten", PI: Jan Egger).

Videolink: <http://www.youtube.com/c/JanEgger/videos>

## Referenzen

- Ritacco L, Milano F. Computer-assisted Musculoskeletal Surgery. Thinking and Executing in 3D. 2016;1:1-326.
- Bell R. A Comparison of Fixation Techniques in Oro-Mandibular Reconstruction utilizing Fibular free Flaps. J Oral Maxillofac Surg. 2007;65(9):39.
- Egger J, Tokuda J, Chauvin L, et al. Integration of the OpenIGTLink network protocol for image-guided therapy with the medical platform MeVisLab. Int J Med Robot. 2012;8(3):282-290.
- Möller T, Trumbore B. Fast, Minimum Storage Ray-Triangle Intersection. Journal of Graphics Tools. 1997;2(1):21-28.
- Egger J, et al. Fast self-collision detection and simulation of bifurcated stents to treat abdominal aortic aneurysms (AAA). IEEE EMBC. 2007; pp. 6231-6234.
- Chen X, Xu L, Yang Y, et al. A semi-automatic computer-aided method for surgical template design. Sci. Rep. 2016;20280:1-18.
- Chen X, Xu L, Wang Y, et al. Development of a Surgical Navigation System based on Augmented Reality using an Optical see-through Head-mounted Display. J Biomed Inform. 2015;55:124-31.