Precision robotics for standardized wound cleaning

Uniform Wound Treatment with Sensor-Based Quality Control and Monitoring

Technology

The invention describes a robotic-assisted wound cleaning method in which a nozzle is guided precisely over the wound surface along a 3D model by a robotic arm. Sensors continuously assess the cleaning quality against a reference threshold. Whenever areas are found to be insufficiently cleaned, a closed-loop control automatically revisits those regions, adapting pressure, distance, and exposure time of the irrigation. Key features include targeted sub-area guidance, a constant impact angle within the laminar jet regime, and 3D geometry capture for model-based trajectory planning. Therapeutic agents can optionally be dosed into the irrigation fluid, fluorescently marked fluids may be used for subsequent quality testing, or abrasive particles can be added to generate mechanical-chemical effects. For users, this results in reproducible cleaning quality across the entire wound area, reduced operator dependency, potentially shorter treatment times via focused secondary cleaning, and objective quality verification through real-time metrics and storable reports.

Innovation

- Sensor-based, automated quality assessment.
- Closed-loop wound cleaning control with adaptive jet guidance and dosing for underserved regions.
- Multimodal sensor fusion (IR, HSI, electrical, chemical, MEMS) for robust quality metrics.
- 3D geometry-coupled sub-area strategy ensuring complete, uniform coverage.

Application

- Chronic wounds: Standardized debridement for diabetic ulcers, venous/arterial ulcers, pressure ulcers.
- Acute/traumatic wounds: Precise surface cleaning prior to definitive treatment, reduction in biological load
- Surgical preparation/revision: Standardized cleaning steps before graft/matrix application or suturing

Development Status

- Fully functional prototype: “Sense – Plan – Act” workflow, including kinesthetic sampling, target area modeling, visualization and path planning, transfer to standard robotic kinematics, and robotic execution

Responsible Scientist

Joint invention of

University of Freiburg und German Aerospace Center

Branche

Medical Robotics, Water Jet Surgery

Patent Status

DE pending, EP granted

Earliest Priority Date

15.12.2021

Reference Number

ZEE2020103001

Status: Nov 25

Contact
Dr. Kathrin Lauckner
Campus Technologies Freiburg GmbH
Stefan-Meier-Str. 8 | D-79104 Freiburg
Email: kathrin.lauckner@campus-technologies.de
Tel: +49 (0)761 203-5017
Fax:+49 (0)761 203-5021

Präzisions-Robotik für standardisierte Wundreinigung

Gleichmäßige Wundbehandlung mit sensorbasierter Qualitätsregelung – und monitoring

Technologie

Die Erfindung beschreibt ein robotergestütztes Wundreinigungsverfahren, welches eine Düse über einen Roboterarm entlang eines 3D-Modells der Wundoberfläche präzise führt. Sensoren bewerten kontinuierlich die Reinigungsqualität gegen einen Soll-Schwellwert, während eine geschlossene Regelung unzureichend gereinigte Bereiche automatisch erneut ansteuert und Druck, Abstand sowie Einwirkzeit der Spülung anpassen soll. Kernfunktionen sind die gezielte Teilflächen-Ansteuerung, ein konstanter Auftreffwinkel im laminaren Strahlregime und die 3D-Geometrieerfassung zur modellbasierten Trajektorienplanung. Optional lassen sich therapeutische Mittel dosiert in die Spülflüssigkeit einbringen, fluoreszenzmarkierte Flüssigkeiten zur späteren Qualitätsprüfung nutzen oder abrasive Partikel für mechanisch-chemische Effekte zusetzen. Für Anwender resultieren eine reproduzierbare Reinigungsqualität über die gesamte Wundfläche, geringere Abhängigkeit von Operator-Variabilität, potenziell kürzere Behandlungsdauer durch fokussierte Nachreinigung sowie objektive Qualitätsnachweise mittels Echtzeit-Metriken und speicherbarer Reports

Innovation

- Sensorbasierte, automatisierte Qualitätsbeurteilung
- Geschlossene Regelung der Wundreinigung mit adaptiver Strahlführung und Dosierung an unterversorgten Stellen.
- Multimodale Sensorfusion (IR, HSI, elektrische, chemische, MEMS) für robuste Gütekriterien.
- 3D Geometrie gekoppelte Teilflächen Strategie zur vollständigen, gleichmäßigen Abdeckung.

Anwendungsfelder

- Chronische Wunden: Standardisierte Entfernung von Belägen bei diabetischen Ulzera, venösen/arteriellen Ulzera, Dekubitus
- Akute/traumatische Wunden: Präzise Oberflächenreinigung vor definitiver Versorgung, Reduktion biologischer Last
- OP Vorbereitung/Revision: Normierte Reinigungsschritte vor Graft/Matrix Aufbringung oder einer Naht

Entwicklungsstand

- Funktionsfähiger Prototyp: Sense – Plan – Act Workflow bestehend aus Kinesthetic Sampling, Zielflächenmodellierung, Visualisierung und Bahnplanung sowie Übertragung auf eine standard Roboterkinematik und robotische Ausführung.

Erfinder

Gemeinschaftserfindung der

Universität Freiburg und dem Deutschen Zentrum für Luft und Raumfahrt

Branche

Medizinische Robotik, Wasserstrahlchirurgie

Patentstatus

DE angemeldet, EP Erteilung vorgesehen

Prioritätsdatum

15.12.2021

Referenznummer

ZEE2020103001

Status: Nov 25

Campus Technologies FREIBURG

CTF – The R&D Company of the Freiburg University and the Freiburg University Medical Center

universität freiburg

Contact
Dr. Kathrin Lauckner
Campus Technologies Freiburg GmbH
Stefan-Meier-Str. 8 | D-79104 Freiburg
Email: kathrin.lauckner@campus-technologies.de
Tel: +49 (0)761 203-5017
Fax:+49 (0)761 203-5021