

PROJEKT-HIGHLIGHT: MOBILER ULTRASCHALLSCANNER IM PROJEKT PRIMSA- PRÄVENTION UND INTERVENTION BEI MENSCHENHANDEL ZUM ZWECK SEXUELLER AUSBEUTUNG

Ausgangssituation

Das mobile, low-cost-Ultraschallsystem PRIMSA dient zur Identifizierung minderjähriger Opfer von Menschenhandel. Bei einer illegalen Einreise durch Schleuser kommt es zu Passvergehen an z. B. EU-Grenzen mit gefälschten Ausweisdokumenten, die eine Volljährigkeit vortäuschen. Eine technologische Detektion des Passvergehens würde somit eine präventive Lösung für den Einsatz durch die Behörden gegen Menschenhandel bieten. Aktuell kann die Minderjährigkeit medizintechnisch mittels Knochenaltersbestimmung auf Basis ionisierender Röntgenstrahlung nachgewiesen werden. Wegen der Invasivität der ionisierenden Strahlung wird dies in der polizeilichen Praxis aber selten auf Basis eines vorläufigen Verdachts durchgeführt, da ein richterlicher Beschluss beantragt werden muss. Hierfür fehlt es jedoch regelmäßig an der Verhältnismäßigkeit.

Lösungsansatz

Das neue PRIMSA-Ultraschallsystem des Fraunhofer IBMT ermöglicht diese Bestimmung der Volljährigkeit mittels mobiler Ultraschallmesstechnik und kann nichtinvasiv und effizient ohne richterlichen Beschluss bei jedem Verdachtsfall ange-

wandt werden. Hierbei wird messtechnisch die Schallgeschwindigkeit einer Ultraschallwelle durch unterschiedliche Verknöcherung von Handgelenksknochen oder Wachstumsfugen zwischen Handgelenk und Unterarm gemessen und analysiert. Die voranschreitende Knochenbildung (Ossifikation) wird entsprechend dem Alter der zu untersuchenden Person die Wachstumsfugen immer mehr durch Knochen, der eine signifikant höhere Schallgeschwindigkeit aufweist, ersetzen. Somit kann die Ultraschallwelle sich je nach Verknöcherungsgrad unterschiedlich schnell durch das Handgelenk ausbreiten. Die für die Bestimmung der Volljährigkeit interessanten sekundären Ossifikationszentren bilden sich vollständig bei Frauen im Alter von 14 bis 17 und 16 bis 18 Jahren (Radius- bzw. Ulna-Knochen) und bei Männern im Alter von 16 bis 20 und 17 bis 20 Jahren aus. Somit ist die Bestimmung dieser Verknöcherung ein signifikantes Indiz des Erreichens der Volljährigkeit zumindest bei Frauen. Die Nutzung des Geräts kann in der Anwendung mit dem Atemalkoholtester bei Verkehrskontrollen als schnelles, mobiles Screening-Verfahren verglichen werden. Die hiermit durchgeführte, gerichtlich nicht verwertbare Messmethode kann einen ersten Verdachtsfall bestätigen, der weitere Messmethoden nach sich zieht (ähnlich einer Blutabnahme mit richterlich verwertbarer Blut-Alkohol-Analyse bei Straßenverkehrsdelikten). Der Ultraschall-Handscanner soll den Behörden ein zusätzliches Instrument bieten, das einen aufkommenden Verdachtsfall auf Zwangsprostitution Minderjähriger bestätigen und eine richterlich verwertbare Röntgen-Untersuchung zur Altersbestimmung in der Begründung einer Anordnung bestärken soll.

Technisch realisiert wurde das System mit einer handgehaltenen, einkanaligen und kostengünstigen Ultraschallhardware, die während der Messung das Handgelenk umfasst. Es überträgt die Messdaten über die WIFI-Funkschnittstelle an ein daran gekoppeltes mobiles Endgerät (z. B. Smartphone oder Tablet) zur Verarbeitung und Analyse. Zeitgleich zur am Handgelenk durchgeführten Ultraschallmessung wird der individuelle Abstand der Ultraschallwandler auf den gegenüberliegenden Seiten der Handgelenksknochen gemessen. Das Ergebnis

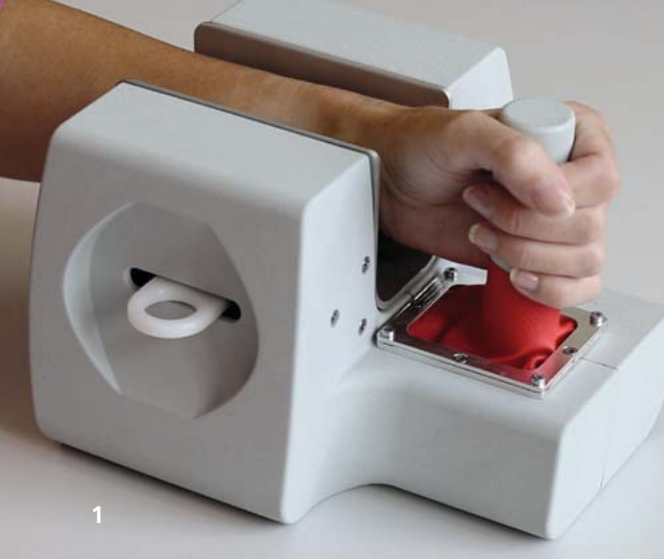
1 Handscanner PRIMSA

(Foto: Fraunhofer IBMT).

2 Analyse der funkübertragenen Ultraschallmessdaten mit automatischer Klassifizierung zur Bestimmung der Volljährigkeit: Symbolische Darstellung einer Signalverarbeitung auf dem Smartphone (links), Ausgabe eines Klassifikationsergebnisses mit Ampel als einfaches Entscheidungssystem (rechts).

3 Röntgenbild der Hand mit Markierung des nicht verknöcherten Wachstumsspalts im Handgelenk

(Quelle: Nevit Dilmen auf Wikipedia:https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Medical_X-Ray_imaging_AOS02_nevit.jpg).



der Analyse erfolgt auf einem Ausgabegerät-Bildschirm vereinfacht und reduziert auf eine Farb-Ampel, um einen Verdachtsfall zu erhärten oder zu mindern. Aufgrund der vereinfachten Ausgabe ist keine spezielle Ausbildung notwendig, um beispielsweise Bildinhalte oder Messwerte in medizinische Diagnosen oder Fakten zu überführen. Dieser Schritt wird durch intelligente Algorithmen aus dem Bereich des maschinellen Lernens mit angelerntem Fachwissen in der App durchgeführt.

Klassische Ultraschallmesssysteme, die typischerweise für diagnostische Bildgebung genutzt werden, sind für die Messung von Ossifikationszentren eines Knochens und der Wachstumsfugen aufgrund der genutzten hohen Ultraschallfrequenzen nicht geeignet. Die vom Fraunhofer IBMT entwickelte mobile und kompakte Ultraschallelektronik unterstützt sowohl die Transmissions- und Reflektionsmessungen mittels niederfrequentem Ultraschall (ca. 1 MHz Mittenfrequenz) und überträgt unverarbeitete Messdaten mittels WIFI-Funktechnik an das Verarbeitungs- und Ausgabegerät. Die Verarbeitung und Klassifikation auf dem Ausgabegerät der Consumer-Elektronikklasse erlaubt es, auf kostenintensive Elektronikkomponenten in der Ultraschallgerätehardware zu verzichten und ermöglicht die Realisierung eines kostengünstigen Endgeräts für die Behörden.

Die Entwicklung und Evaluation des Systems wurde im Gesamtvorhaben durch Projektpartner zugleich angemessen sozialwissenschaftlich, sozialpsychologisch und in seinen klinisch relevanten Implikationen reflektiert. Idealerweise soll Menschenhandel von Minderjährigen durch die Behörden bereits bei der EU-Einreise und der hiermit verbundenen Passkontrolle verhindert werden. Gelingt die Auffindung minderjähriger betroffener Opfer, werden sie dem übergreifend entwickelten Präventions- und Interventionsprogramm zugeführt.

Neben dem Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik IBMT ist in Deutschland der Industriepartner CEMEC – Intelligente Mechanik GmbH an der technischen Entwicklung beteiligt. Die Evaluation des Systems am Menschen wird aktuell im

Rahmen einer klinischen Studie durch die Universität des Saarlandes am Uniklinik-Campus in Homburg in Zusammenarbeit mit dem Verein Hope for Freedom e. V. durchgeführt. Die Zielanwender des Geräts sind am Ende die Behörden, die das Gerät im Alltag einfach und ohne spezielle Fachkenntnisse der Medizin oder Ultraschallmesstechnik einsetzen können sollen.

Im Anschluss an die Evaluation ist zusammen mit den Partnern eine Weiterentwicklung des vorliegenden Demonstrators zu einem Prototyp und Produkt geplant. Hierbei sollen die assoziierten, behördlichen Partner weiterhin stark involviert werden, um deren Anforderungen und Bedürfnisse zu berücksichtigen. Weiterhin sollen Einflüsse unterschiedlicher ethnischer Herkunft auf das Knochenalter der Probandinnen und somit die Robustheit der Messtechnik im Rahmen weiterer klinischer Studien untersucht werden. Bei signifikanten Unterschieden können Korrekturfaktoren für die Altersbestimmung mittels Ultraschall ermittelt werden.

Das vorliegende Messverfahren und -system kann auch für die weitere Charakterisierung von Knochen oder knöchernen Strukturen, beispielsweise zur Osteoporose-Diagnose oder -Monitoring, genutzt werden. Dies kann auch die Grundlage für neuartige, mobile low-cost-Systeme für diese Anwendungen im Pflege- und Heimanwendungsbereich bieten.

Ansprechpartner

Dr. Holger Hewener

Tel: +49 (0) 6897/9071-350

holger.hewener@ibmt.fraunhofer.de