

Einfluss von auditiven Wahrnehmungsereignissen auf die taktile Rauigkeitswahrnehmung

Ercan Altinsoy

Institut für Akustik und Sprachkommunikation, TU Dresden, 01062 Dresden, Deutschland,

Email: ercan.altinsoy@ias.et.tu-dresden.de

Einleitung

Das haptische System spielt eine wichtige Rolle bei unserer Interaktion mit der physischen Welt. Durch die Anfassung oder Berührung eines Objekts bekommen wir unterschiedliche Informationen, z.B. Form, Größe, Festigkeit, Rauigkeit und Temperatur.

Das haptische Feedback spielt bei der Entwicklung von neuen multimodalen Applikationen eine zunehmende Rolle. In vielen Applikationen, z.B. bei der Konstruktion einer virtuellen Realität, eines Flugsimulators, eines Web-basierten Simulationssystems oder auch bei Anwendungen in der medizinischen Chirurgie, erfahren Benutzer visuelle, auditive und taktile Information gleichzeitig. Die Entwicklung von solchen Systemen, die erwartete Wahrnehmungen hervorrufen, ist heute immer noch durch vielfältige technische Gegebenheiten eingeschränkt. So kann etwa die Prozesszeit von Rechnern eine Latenz bei der Feedbackreproduktion verursachen, es gibt Schwierigkeiten bei der Erzeugung von starkem Kraftfeedback, welches für die Simulation von starrem Kontakt benötigt wird, und es gibt nicht unerhebliche Beschränkungen, die auf Grund der mechanischen Kraftfeedback-Bandbreite auftreten. Um als multimodaler Applikations-Designer mit solchen Tatsachen und Gegebenheiten besser umgehen zu können, braucht man u.a. ein besseres Verständnis über die auditive und taktile Integration und Interaktion.

Die Berührung einer Oberfläche mit den Fingern ein multimodales Ereignis. Während der Berührung der Oberfläche bekommen wir nicht nur taktile, sondern auch auditive und visuelle Informationen über eben jenes Objekt. Dabei ist Rauigkeit eine der wichtigsten Eigenschaften der Oberfläche. Die Rauigkeit und andere haptischen Eigenschaften von Fahrzeuginnenraumbooberflächen sind von immenser Bedeutung. Aber auch die Textilindustrie interessiert sich zunehmend für dieses Thema. Textilien sollen beim Menschen ein Wohlgefühl auslösen. Dazu gehört, dass sie sich gut anfühlen. Die haptischen Eindrücke beeinflussen die Kaufentscheidung des Kunden in hohem Maße. Genauso wie Soundqualität.

Das Ziel der Untersuchung ist die Ermittlung der relativen Beiträge von auditiven und taktilen Wahrnehmungsereignissen auf das Perzept der multimodalen Rauigkeit, sowie die Untersuchung des Einflusses von auditiven Wahrnehmungsereignissen auf die taktile Rauigkeitswahrnehmung. Um dies analytisch zu untersuchen, werden Tests mit Versuchspersonen durchgeführt: So werden ihnen bspw. Stimuli präsentiert, die widersprüchliche Wahrnehmungsgegenstände in zwei oder

mehreren Modalitäten hervorrufen. Die Experimente, die Ergebnisauswertung und die Schlussfolgerungen daraus werden im folgenden Teil dieser Arbeit geschildert.

Rauigkeitswahrnehmung

Die physikalische Rauigkeit ist ein Begriff, der die Unebenheit der Oberflächenhöhe bezeichnet. Grundsätzlich werden die mittlere und die quadratische Rauigkeit für die physikalische Beschreibung der Oberflächenrauigkeit benutzt. Die alltäglichen Texturen haben relative heterogene Oberflächen. Allerdings bei den psychophysikalischen Untersuchungen werden die Texturen in zwei Gruppen vereinfacht und kategorisiert. Die erste Gruppe besteht aus der punktrasterähnlichen Oberflächen (z.B. Sandpapier), und die zweite Gruppe aus gitterähnlichen Oberflächen.

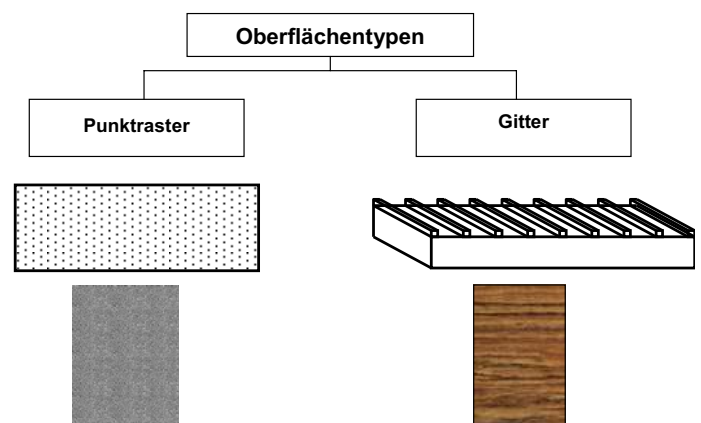


Abbildung 1: Die Kategorisierung verschiedener Oberflächen [1].

Vorherige psychophysikalische Untersuchungen haben gezeigt, dass die Punktzahl (punktrasterähnliche Oberflächen), oder die Nutlänge (gitterähnlichen Oberflächen) bei der taktilen Rauigkeitwahrnehmung eine Rolle spielen. Wenn die Punktzahl niedriger wird oder die Nutlänge sich vergrößert, wird die Oberfläche rauer wahrgenommen.

Die Experimente

Die hier beschriebenen Experimente werden in einer virtuellen audiotaktilen Umgebung durchgeführt. Die taktile Umgebung besteht aus einem haptischen Handschuh, der an die Hand des Benutzers elektrotaktile- und Kraftfeedback darbietet. Unterschiedliche Berührungsräusche, die vom haptischen Kontakt mit virtuellen Objekten (Berührung) hervorgerufen werden, werden physikalisch modelliert und synthetisiert.

Zehn Versuchspersonen (vier Männer und sechs Frauen) mit Normalhörfähigkeit nahmen an diesem Experiment teil. Sie waren zwischen 22 und 27 Jahren alt.

Die Oberflächen werden im ersten Experiment auditiv, im zweiten Experiment taktil, und im dritten Experiment auditiv und taktil gleichzeitig dargeboten. Mittels der psychometrischen Methode „Größenschätzung“ wird dann der Einfluss des jeweiligen akustischen Reizes auf das taktile Rauigkeitsurteil quantitativ erfasst.

Die gitterähnlichen Oberflächen werden als Stimuli ausgewählt. Die Nutlänge der Stimuli variiert zwischen 0.25 und 1.5 mm.

Ergebnisse und Diskussion

Im ersten Experiment werden die Oberflächen mit und ohne Lautheitsangleichung dargeboten um den Einfluss der Lautheit auf die taktile Rauigkeitswahrnehmung festzustellen.

Die Ergebnisse des ersten Experiments (nur auditive Darbietung) werden in Abbildung 2 abgebildet. Die Ergebnisse zeigen, dass die Versuchspersonen die Rauigkeit verschiedener Oberflächen nur mit Berührungsgeräuschen unterscheiden können. Die Modulationsfrequenz und die Lautheit sind wichtige Attribute bei der Beurteilung. Eine niedrigere Modulationsfrequenz verursacht eine rauere Oberflächenwahrnehmung oder eine Lautheiterhöhung verursacht eine rauere Oberflächenwahrnehmung.

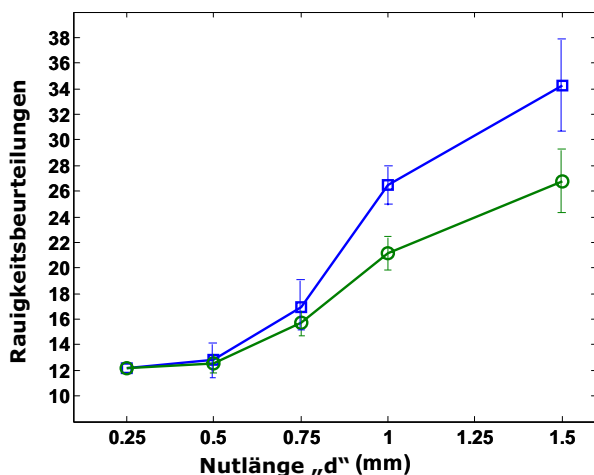


Abbildung 2: Die Rauigkeitsbeurteilungen mit und ohne Lautheitsangleichung. (□ ohne Lautheitsangleichung, ○ mit Lautheitsangleichung)

Die Resultate des dritten Experiments (auditiv und taktil gleichzeitig) zeigen, dass die Versuchspersonen nicht nur taktile sondern auch auditive Informationen bei Ihrer multimodalen Rauigkeitsbeurteilung berücksichtigen.

Im zweiten Teil des dritten Experiments werden widersprüchliche Rauigkeitinformationen in der auditiven und taktilen Modalitäten dargeboten (siehe Tabelle 1) und

die VP sollten nur die taktile Rauigkeit beurteilen. Die Ergebnisse werden in Abbildung 3 dargestellt.

Tabelle 1: Stimulikombination des dritten Experiments

| Nummer | auditiver Stimulus | taktile Stimulus |
|--------|--------------------|------------------|
| 1 | 0.25 mm | 0.75 mm |
| 2 | 0.75 mm | 0.75 mm |
| 3 | 1.5 mm | 0.75 mm |

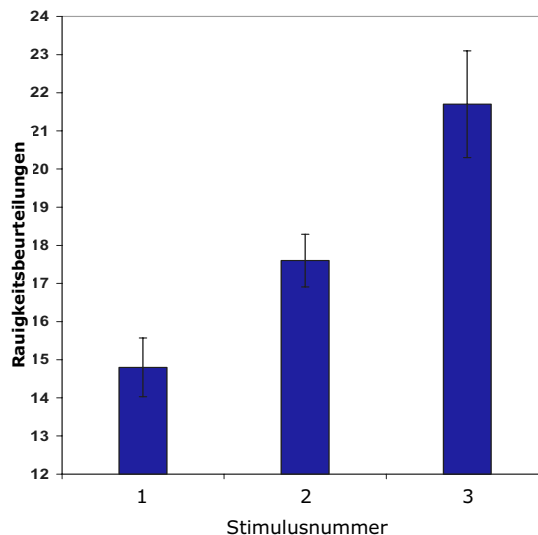


Abbildung 3: Die taktile Rauigkeitsbeurteilungen des dritten Experiments.

Die Ergebnisse zeigen, dass die taktile Rauigkeit durch den akustischen Begleitreiz geformt wird, der während des Tastvorgangs hervorgerufen wird. Die auditiven Attribute (Modulationsfrequenz und Lautheit) können die taktilen Rauigkeitsbeurteilungen verändern, wenn beide Informationen widersprüchlich sind. Eine niedrigere auditive Modulationsfrequenz verursacht eine rauere taktile Oberflächenwahrnehmung.

Die gewonnenen Ergebnisse zeigen, dass eine gut eingestellte Kombination von auditiven und taktilen Stimuli die Schwierigkeiten bei der Erzeugung von raueren taktilen Oberflächen bewältigen kann.

Literatur

- [1] Altinsoy, E.: Auditory-tactile Interaction in Virtual Environments. Shaker Verlag. (2005).
- [2] Stevens, S.S. und J. Harris: The scaling of subjective roughness and smoothness. J. Exp. Psychol., 64 (1962), 494-498
- [3] Lederman, S.J. und M.M. Taylor: Fingertip force, surface geometry and the perception of roughness by active touch. Percept. Psychophys., 12 (1972), 401-408