

Eyetracking als Evaluationsmedium

Melanie Schwenk¹, Joachim Zinke

Fachbereich Informationstechnik-Elektrotechnik -Mechatronik
Technische Hochschule Mittelhessen - Campus Friedberg
Wilhelm-Leuschner-Straße 13
61169 Friedberg
thm@melanie-schwenk.de
Joachim.Zinke@iem.thm.de

Abstract: Motiviert durch die Frage, wie sich Verständnis innerhalb eines Gesprächs unter Studenten bei der gemeinsamen Bearbeitung von Lernmaterial entwickelt, entstand der Wunsch, diese Gespräche möglichst automatisiert auswerten zu können, um so zukünftig mögliche Probleme bei der Bearbeitung von Aufgabenstellungen in studienbegleitenden Laboren vorzubeugen. Dazu wurden sechs Gruppen von jeweils zwei Studenten mit zwei verschiedenen Eyetracking-Systemen und zwei Kameras bei der Bearbeitung eines Lernmoduls mit Simulationen zum Thema „Digitale Filterung“ aufgezeichnet. Die Eyetracking-Daten wurden mit einem selbstgeschriebenen Programm für die weitere Auswertung in ELAN² konvertiert.

1 Motivation

Bereits in der Antike beschäftigte sich Sokrates (469-399 v.Chr) mit der Entwicklung von Verständnis innerhalb eines Gesprächs. Er entwickelte dabei eine Methode, bei der einer These eine Gegenthese gegenübergestellt und in der Gruppe diskutiert werden sollte [Br03]. Die klassische Aufteilung des sog. „Sokratischen Gesprächs“ zwischen Dozent und Student, bei der der Dozent die Rolle des Moderators übernimmt, wird in unserem Versuchsaufbau zu einem Gespräch zwischen Studenten. Wie entwickelt sich Verständnis in einer solchen Gesprächskonstellation, wenn die gesprächsleitende Figur des Dozenten nicht am Gespräch beteiligt ist?

Eine Hypothese hierbei ist, dass sich die Gesprächspartner ins Wort fallen, wenn sie sich in einer angeregten Diskussion befinden. Zudem wird angenommen, dass der Part der Gruppe, der sich besser mit der Thematik auskennt, den anderen Part bei Problemen zu helfen versucht, bevor der Dozent um Hilfe gebeten wird. Allein durch Beobachtungen von außen können keine konkreten Aussagen über die Verständniserwicklung getroffen werden, sodass der in Abb. 2 gezeigte Versuchsaufbau mit zwei verschiedenen Eyetracking-Systemen in Kombination benötigt wird.

¹ Jetzt Web Developerin bei SYZYGY Deutschland GmbH, Frankfurt

² EUDICO Linguistic Annotator – Sprachwissenschaftliches Annotations-Tool, entwickelt vom Max Planck Institut für Psycholinguistik, Nijmegen, Niederlande - <http://www.lat-mpi.eu/tools/elan/>

Die Nutzung von Remote und Head Mounted Eyetracker in Kombination ist ein wesentlicher Unterschied zu bisher durchgeführten Experimenten zur Kommunikationsanalyse. In einer Studie zur Mensch-Mensch-Interaktion [Hu07] saßen sich zwei Probanden in einem Gespräch gegenüber. Die Blickdaten des einen Probanden wurden über einen Eyetracker erfasst, die des anderen über einen Spiegel zu der Szenenkamera geleitet, sodass beide Probanden frontal aufgezeichnet werden konnten. Eine vergleichbare Auswertung der Blickbewegungen beider Probanden war in dieser Konstellation nicht gegeben.

In unserer Versuchsreihe kann durch den Einsatz zwei verschiedener Eyetracking-Systeme und ELAN jeder Proband separat ausgewertet, aber auch die gesamte Gruppe als Ganzes betrachtet werden. ELAN ist ein vom Max Planck Institut für Psycholinguistik, Nijmegen, entwickeltes sprachwissenschaftliches Annotationsprogramm [BR04]. Ziel ist es später eine möglichst automatisierte Erkennung von Verständnisproblemen über einen multimodalen Korpus zu erhalten.

2 Eyetracking-Systeme

Die für diesen Versuch genutzten Eyetracking-Systeme unterscheiden sich in Aufbau und Funktionsweise. Beide Systeme basieren jedoch auf der Cornea Reflex Methode, mit welcher die Augen und deren Bewegungen getrackt werden.



Abbildung 1: links: Funktionsweise des RED-Systems; mitte: Funktionsweise des HED-Systems; rechts: über HED-System erkanntes Auge mit Fadenkreuz für Pupille und Reflexpunkt.

Ein Remote Eyetracker (kurz: RED) ist ein fest installiertes System, bestehend aus einem Bildschirm, einer Webcam und einer speziellen Leiste mit Infrarotleuchten, über die die Augenbewegungen des Probanden getrackt werden. Vorteil dieses Systems ist die auf Grund der begrenzten Projektionsfläche (Bildschirm) eindeutige Parametrisierbarkeit, die eine statistische Auswertung so einfacher macht.

Ein Head Mounted Eyetracker (kurz: HED) ist ein mobiles System, das mit einer Kappe oder einem Helm auf dem Kopf des Probanden befestigt wird und sich so dessen Bewegungen anpassen kann. Nachteil dieses Systems ist die kaum bis garnicht mögliche eindeutige Parametrisierbarkeit der aufgezeichneten ortsvariablen Daten.

3 Versuchsaufbau und Vorgehensweise

Für den Versuch sollten Studenten in Gruppen von zwei Personen gemeinsam ein Lernmodul zum Thema „Digitale Filterung“ durcharbeiten. Das Applet, basierend auf dem Java-Applet von Falstad [Fa], wurde in seiner Funktionsvielfalt in einer vorherigen Abschlussarbeit reduziert und mittels des Autorensystems eXe³ in ein Lernmodul mit einführnden Erläuterungen, Hilfestellungen zur Nutzung und interaktiven Lernfragen integriert.

Die Probanden sollten sich in dieser Versuchsreihe bei verbleibenden (Verständnis-) Problemen beratschlagen, um so gemeinsam auf eine Lösung zu kommen und ein Verständnis für die abgefragte Thematik zu entwickeln. Die Überprüfung des Verständnisses erfolgt über interaktive Lernfragen mit ausführlichem Feedback am Ende des Lernmoduls. Ein Grundverständnis für die im Lernmodul gefragte Thematik war bei jeder der sechs aufgezeichneten Gruppen gegeben. Während des gesamten Versuchs werden Auffälligkeiten und Erkenntnisse protokolliert.

Der physikalische Versuchsaufbau ist in Abb. 2 zu sehen, Proband A und Proband B sitzen nebeneinander, um gemeinsam das Lernmodul am großen Bildschirm des RED-Systems durchzuarbeiten. Proband A wird dabei auf das RED-, Proband B auf das HED-System kalibriert, da nur ein Proband zu einer Zeit über das RED-System getrackt werden kann. Neben einer Webcam, die möglichst beide Probanden im Blickfeld hat, zeichnet eine zusätzliche Kamera die gesamte Szene auf, um in jedem Fall beide Probanden mit ihren Reaktionen im Blick zu haben.

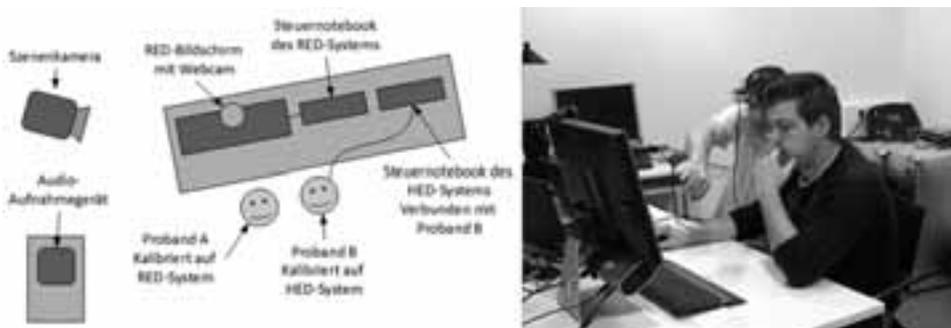


Abbildung 2: links: Versuchsaufbaus (Schema); rechts: Versuchsaufbau (Sicht Szenenkamera)

Insgesamt ergeben sich so vier Video-Dateien (Szenenkamera, Blickfeldkamera des HED-Systems, Webcam und Screenrecording des Bildschirms des RED-Systems), die für die spätere Analyse in ELAN eingebunden werden können. Blickdaten beider Systeme, Gestik und Mimik können so gemeinsam betrachtet und ausgewertet werden. Zusätzlich werden beide Probanden über ein Audio-Aufnahmegerät aufgezeichnet. Mit Hilfe von Bügelmikrofon wird jeder Proband auf einen separaten Kanal geschaltet, damit bei der Auswertung die Probanden besser und schneller unterschieden werden können.

³ eXe steht für „the e-learning XHTML editor“ (<http://exelarning.org/wiki>)

4 Vorbereitung der Eyetracking-Daten für ELAN

Die Vorbereitung der Eyetracking-Daten läuft über die Auswertungssoftware BeGaze und deren Auswertungsoption „Areas of Interest“ (kurz: AOIs). AOIs spiegeln Interessensbereiche wider und teilen das Blickfeld dabei in größere, inhaltlich zusammengehörige Blickgebiete auf. Über die Software kann ermittelt werden, welcher Bereich wie lange betrachtet wurde. Es kann so auch erkannt werden, ob Bereiche von größerem Interesse wie bspw. ein Applet zur Beantwortung von Fragen so intensiv betrachtet werden, wie es der Autor eines Lernmoduls vorgesehen hat.

AOIs können sowohl auf Bild- als auch auf Video-Stimuli⁴ erstellt werden. Das RED-System liefert mit der passenden Einstellung vor der Aufzeichnung Screenshots der jeweiligen Seite (vgl. Abb. 3 links), das HED-System hingegen liefert immer Videos als Ausgangsmaterial. Ein Bild ist statisch und vereinfacht die Erstellung von AOIs, weil sich Bereiche während der Aufzeichnung nicht verändern (vgl. Abb. 3 rechts). Bewegtbild-Material benötigt komplexere AOI-Formen und zeitliche Key-Frames.



Abbildung 3: links: Seite aus dem genutzten Lernmodul; rechts: gleiche Seite mit AOIs überlagert

Für eine nachfolgend bessere Auswertung der AOIs wird mit BeGaze ein AOI Sequence Chart (vgl. Abb. 4) erstellt, welches die zeitliche Abfolge beim Betrachten der einzelnen AOIs grafisch verdeutlicht.

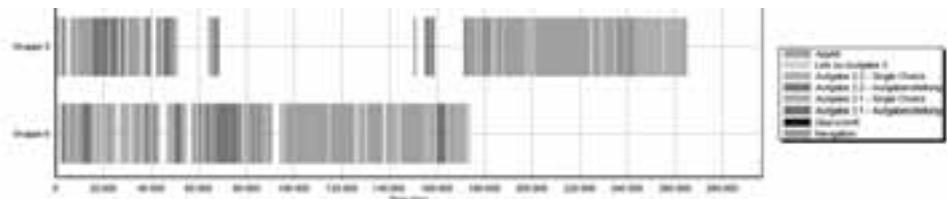


Abbildung 4: Beispiel eines AOI Sequence Charts zweier Gruppen mit Hinweisen auf Diskussion wegen längerem Verlassen der AOIs (vgl. weißer Bereich oben)

⁴ Ein Stimulus (pl. Stimuli) ist ein Reiz, der auf den Probanden einwirken soll. Dies kann u.a. ein Text, ein Bild oder eine Webseite sein.

5 Automatisiertes Einlesen und Analysieren der Eyetracking-Daten

Um die Eyetracking-Daten in ELAN automatisiert und ohne größeren Aufwand zu importieren wurde ein Konverter programmiert, der eine exportierte Eyetracking-Text-Datei auf Fixationen, Sakkaden, Blinks, User Events und AOIs hin filtert und in einer ELAN-kompatiblen Formatierung in eine CSV-Datei schreibt. Die ausgewählten, aufbereiteten und importierten Eyetracking-Daten werden als neue Zeile in ELAN (vgl. Abb. 5 und Abb. 6 links) geladen und können so weiter ausgewertet werden.



Abbildung 5: Projekt in ELAN - Videos (oben links), Audio-Spuren (mitte), Transkription (unten)

Das spätere Transkribieren kann erleichtert werden, indem Audio-Spuren über den Silence-Recognizer von ELAN auf Sprache „x“ und Stille „s“ hin untersucht werden. (vgl. Abb. 6 rechts). Um eine ernste Diskussion zwischen Studenten leichter erkennen zu können, werden die zuvor pro Audio-Spur erstellten Annotationszeilen auf Überschneidungen verglichen. In eine neue Annotationszeile gespeichert können diese Überschneidungen Indizien für mögliche Diskussionen in den Aufzeichnungen geben.

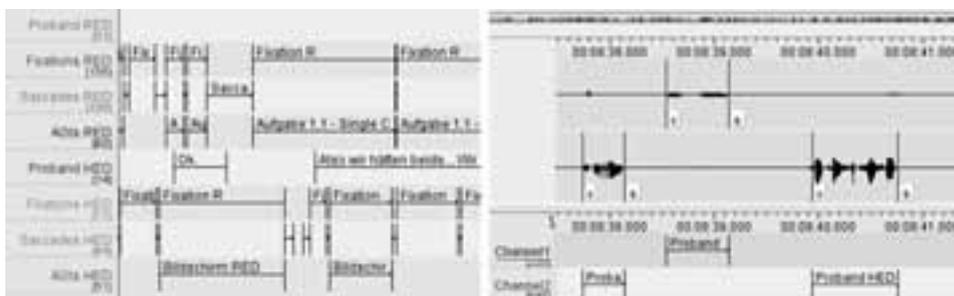


Abbildung 6: links: Beispiel importierter Annotationszeilen (Fixationen, Sakkaden, AOIs); rechts: Auszug aus einer in ELAN durchgeführten Erkennung von Stille (s) und Sprache (x)

6 Zusammenfassung und Fazit

Die Auswertung der AOIs anhand der Sequence Charts gibt Hinweise darauf, dass die einzelnen Gruppen sich während des Gesprächs immer wieder in kleineren Diskussionen befanden. Dies wird vor allem an den weißen Bereichen innerhalb eines solchen Charts deutlich (Abb. 4 oben).

Zusammen mit den Protokolldaten konnten mehrere Beispiele herausgearbeitet werden (vgl. dazu [Sc11]), die eine Verständnisentwicklung in der Gruppe dokumentieren. So wurden verschiedene Probleme in der Gruppe besprochen, indem der meist besser vorbereitete Part in der Gruppe die Thematik erklärt hat. Die Aufnahmen zeigen jedoch auch, dass für die Verständnisentwicklung Formulierung, Aufbau und Darstellung der Fragestellungen sowie des Antworten-Feedbacks der Fragen von Bedeutung ist.

RED und HED liefern viele Daten, die ein manuelles Auswerten über ein Annotations-tool wie ELAN zu einer zeitaufwändigen Arbeit lassen werden, wenn man versucht, manuell alles genau festzuhalten. Zudem geben die schnellen Blickbewegungen eines Probanden oft mehr Informationen preis, als der Proband in dem Moment sagen würde.

Dieser hohe zeitliche Aufwand manuellen Transkribierens kann durch den entwickelten Konverter minimiert werden, da er die Eyetracking-Daten nach Fixationen, Sakkaden und AOIs hin filtert. Diese Daten können als einzelne Annotationszeile in ELAN geladen werden. Der Aufwand, ein Experiment mit Eyetrackern aufzuzeichnen und mit Hilfe des Konverters und ELAN auszuwerten, lohnt, da kritische Stellen, zum einen durch Merkmale des Eyetrackers, zum anderen durch Sprach-/Aktivitätserkennung, schneller erfasst und angesteuert werden können.

Für die Entwicklung von Verständnis sind die Fixationen und AOIs von größerer Bedeutung. Je länger ein Bereich fixiert wurde, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass das Gesehene auch verarbeitet wurde. Alle oben genannten Aspekte sind Möglichkeiten, aufgezeichnete Eyetracking-Daten besser, schneller und vor allem automatisierter auswertbar zu machen.

Literaturverzeichnis

- [Br03] Brüning, B.: Philosophieren in der Sekundarstufe: Methoden und Medien. Beltz, 2003.
- [BR04] Brugman, H.; Russel, A.: Annotating Multi-media/Multi-modal resources with ELAN. In: Proc. 4th Int. Conf. on Language Resources and Evaluation (LREC 2004), Lissabon, 2004. European Language Resource Association, Paris, 2004.
- [CM11] Clark, R.C.; Mayer, R.E.: E-Learning and the Science of Instruction: Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learning. John Wiley & Sons, 2011.
- [Fa] Falstad, P.: Applet zur Demonstration digitaler Filter, <http://www.falstad.com/dfilter>
- [Hu07] Hugot, V.: Eye Gaze Analysis in Human-Human Interactions. Stockholm, School of Computer Science and Communication, Master Thesis, 2007.
- [Sc11] Schwenk, M.: Untersuchung automatisierter Auswertungsmöglichkeiten multimedialer Usability-Tests unter Verwendung von Eyetrackern. Friedberg, Technische Hochschule Mittelhessen, Master Thesis, 2011.