

Validierter SKT als Multimodale Telemedizinische Applikation

Validated SKT as Multimodal Application for Telemedicine

Stefan Soutschek¹, Werner Spiegl², Martin Gropp², Stefan Steidl², Elmar Nöth², Hellmut Erzigkeit¹,
Joachim Hornegger², Johannes Kornhuber¹

¹Psychiatrische und Psychotherapeutische Klinik, Universitätsklinikum Erlangen

²Lehrstuhl für Mustererkennung, Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg,

{stefan.soutschek, Werner.Spiegl, Stefan.Steidl, Elmar.noeth, joachim.hornegger}@informatik.uni-erlangen.de,
{hellmut.erzigkeit, johannes.kornhuber}@uk-erlangen.de

Kurzfassung

Ziel dieser Arbeit ist die Verringerung von Beurteilereinflüssen bei psychometrischen Tests, wie dem Syndrom-Kurztest (SKT), d.h. die Steigerung intersubjektiver Übereinstimmung der Beurteiler, durch die Erfassung validitätssteigernder Variablen mit Hilfe multimodaler Sensoren. Beispiele für solche Sensoren sind Mikrofone, Eyetracker oder Touch-Screens. Die Messung kognitiver Leistungsdefizite nimmt insbesondere bei der Diagnose und Therapiekontrolle alters-assoziierter Erkrankungen – zu denen etwa die Demenzen zu zählen sind – einen wichtigen Stellenwert ein [1][2][3].

Im Rahmen eines von der Bayerischen Forschungsförderung (BFS) geförderten Forschungsprojektes (FitForAge) wird untersucht, ob es gelingt, ein interaktives Testsystem zur Erfassung von kognitiven Leistungsstörungen zu konstruieren, das für den Einsatz im telemedizinischen Bereich geeignet ist und vom Patienten weitestgehend selbständig ausgeführt werden kann.

Als Grundlage für diese Messungen soll der SKT [4] dienen. Der SKT ist ein international validierter Test zur Erfassung von Gedächtnis- und Aufmerksamkeitsstörungen.

Abstract

The aim of this work is to reduce influences of examiners at psychometric tests, e.g. the „Syndrom-Kurztest“ (SKT). This means to increase the intersubjective conformance of the examiners by acquiring validity increasing variables with the help of multimodal sensors. Microphones, Eyetracker or Touch-Screen monitors are examples for such sensors.

Particularly with regard to diagnosis and therapy control of age-related diseases, e.g. dementia, the measurement of cognitive impairments takes on an increasingly significant role [1][2][3].

Within a research project, which is funded by the Bavarian Research Foundation (BFS, FitForAge), it is investigated, whether an interactive test system for the measurement of cognitive impairments can be realized which is appropriate for the use in the field of telemedicine and which can be independently used by the patient.

Basis for this investigation is the SKT [4], which is an international validated performance test for assessing deficits of memory and attention.

1 Einleitung

Das Ziel, psychometrische Verfahren möglichst objektiv zu gestalten, folgt der testtheoretischen Logik, dass Objektivität Voraussetzung für Reliabilität und diese wiederum Voraussetzung für die Validität einer Messung ist. Objektivität wird als intersubjektive Übereinstimmung der Beurteiler verstanden. Ein objektives Messinstrument, beispielsweise ein psychometrischer Test, liefert demnach unter sonst unveränderten Bedingungen immer die gleichen Testwerte, unabhängig davon, wer – welcher Beurteiler, Arzt oder Psychologe – den Test durchführt. Erst wenn diese Bedingung hinreichend gesichert ist, kann man zuverlässige und gültige Messergebnisse erwarten.

Seit einigen Jahren bemüht man sich Beurteilereinflüsse durch Rechnerunterstützung und Automatisierung der Testabnahme zu verringern. Die damit einhergehenden

Vorteile im Sinne einer erwartungsgemäß höheren Objektivität der Messwerte werden aber durch Nachteile relativiert, die in der Besonderheit einer technischen Applikation von psychologischen Untersuchungsverfahren zu sehen ist. Dazu zählen etwa die reduzierten Anpassungsmöglichkeiten von Instruktionen an die individuellen Bedingungen der Patienten. Bei kognitiven Leistungseinbußen ist es aus klinischer Sicht zur Erreichung valider Befunde jedoch meist unerlässlich, Testinstruktionen zur Messung geistiger Leistungsfähigkeit „in der Sprache des Patienten“ und somit für ihn gut verständlich zu formulieren – es sei denn, man adressiert explizit das Merkmal „Sprachverständnis“. Ein weiteres Hindernis beim Einsatz automatisierter Tests liegt in Einschränkungen der Motorik, einer vergessenen Lesebrille oder anderen kleineren Störvariablen, die zum Untersuchungsalltag gehören. Um in der klinischen Routine – sei es in der Praxis des niedergelassenen Arztes, Psychologen, in der Klinik, im For-

schungszentrum oder in der Telemedizin – breiteren Eingang zu finden, müssen psychometrische Tests klinisch relevante Daten nicht nur objektiv, reliabel und valide erfassen, sondern sich zusätzlich durch hinreichende Akzeptanz bei Patienten und Testleitern auszeichnen.

2 Telemedizin

Durch den Einsatz moderner Technologien und Algorithmen zur Speicherung und Übertragung klinisch relevanter Daten hat sich der Markt für telemedizinische Applikationen in den letzten Jahren stetig vergrößert und wird zukünftig eine immer wichtigere Rolle zu Unterstützung der ambulanten Behandlung einnehmen. Der breite Einsatz solcher Applikationen bietet eine Reihe großer Vorteile.

Die Anzahl der untersuchten Personen kann deutlich erhöht werden und so eine bessere Abdeckung in der Gesundheitsvorsorge erzielen [5].

Des Weiteren kann durch den breiten Einsatz solcher moderner vernetzter Systeme eine schnell wachsende Datenbank, gefüllt mit klinisch relevanten Daten erzeugt werden. Das zusätzliche Wissen, das mit Methoden der Mustererkennung aus dieser Datenbank extrahiert werden kann ermöglicht es, die Diagnose mit bislang nicht berücksichtigten Informationen zu unterstützen und somit die Zuverlässigkeit zu steigern.

Die Mobilität telemedizinischer Applikationen ermöglicht es außerdem, Screening und Diagnose an bisher nicht zugänglichen Orten durchzuführen. Dazu gehört auch die eigene Wohnung, die bislang weitestgehend unberücksichtigt ist. Die einzige Möglichkeit, Tests in der eigenen Wohnung durchzuführen, bieten bislang Internetplattformen, wie Kopfsache interaktiv [6]. Diese setzen jedoch zumindest das Verständnis für die Nutzung eines Computers bzw. des Internets voraus. Um großen Lernaufwand zu vermeiden und außerdem die Anzahl zusätzlich benötigter Hardware niedrig zu halten, wird bei der Integration telemedizinischer Applikationen in eine intelligente seniorenangepasste Wohnumgebung darauf geachtet, dass hauptsächlich auf Geräte zurückgegriffen wird, die bereits in der Wohnung vorhanden sind. Zusätzlich notwendige Geräte sollen unauffällig im Hintergrund gehalten werden. Ein wichtiges Ziel dabei ist es, eine größtmögliche Akzeptanz des Bewohners zu erhalten. Die Nutzung bereits vorhandener Technik erleichtert dabei zusätzlich die Nachrüstung dieser telemedizinischen Geräte in bereits eingerichtete Wohnungen.

3 Der Syndrom Kurztest

Als Grundlage für diese Arbeit soll der SKT dienen. Der SKT ist ein international validierter Test zur Erfassung von Gedächtnis- und Aufmerksamkeitsstörungen. Zur Zielgruppe des SKT gehören Patienten mit akuten oder chronischen organisch bedingten kognitiven Störungen, beispielsweise Patienten mit leichten kognitiven Beeinträchtigungen (MCI) oder leichten bis mittelgradigen dementiellen Erkrankungen. Der SKT unterteilt sich insgesamt in neun Subtests.

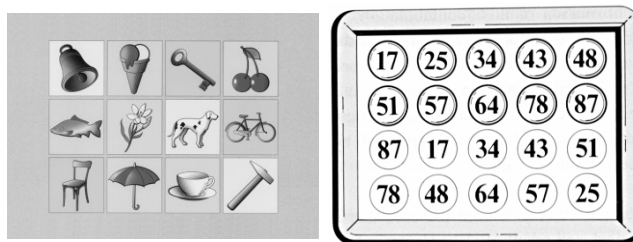


Bild 1 Testmaterial des SKT

Die neun Subtests des SKT (Beispiele für Bildvorlagen und Spielbrett, siehe Bild 1) sollen zum einen die Gedächtnisfunktionen erfassen (II, VIII und IX) und zum anderen die Aufmerksamkeitsleistungen messen (I, III, IV, V, VI, VII). Um Lerneffekte bei Wiederholung des Tests zu vermeiden, liegen die Subtests in insgesamt fünf verschiedenen Formen vor.

I	Gegenstände benennen
II	Gegenstände unmittelbar reproduzieren
III	Zahlen lesen
IV	Zahlen ordnen
V	Zahlen zurücklegen
VI	Symbole zählen
VII	Interferenz
VIII	Gegenstände reproduzieren
IX	Gegenstände wieder erkennen

Gedächtnisfunktionen werden durch Tests erfasst, bei denen der Patient Alltagsgegenstände benennen, sich merken und anschließend reproduzieren muss. Bei den Übungen zur Aufmerksamkeitsmessung geht es darum, die gestellten Aufgaben so schnell wie möglich und dabei korrekt zu lösen. Der SKT ist ein typischer psychologischer Leistungstest, bei dem die Güte der Bearbeitung und die dazu verwendete Zeit berücksichtigt werden.

4 Computerisierung des SKT

Das Testmaterial des SKT, Bildvorlagen, Spielbrett und Spielsteine werden in der neu zu entwickelnden digitalen Variante durch einen mobilen Computer auf Arztseite und einen Touch-Screen Monitor auf Patientenseite ersetzt. Durch diese geänderten Schnittstellen zwischen dem Nutzer, Patient bzw. Arzt und den eingesetzten Hilfsmitteln, mussten bei der Umsetzung des Tests an verschiedenen Stellen Änderungen vorgenommen werden. Aufgaben, bei denen der Patient die Lösung bisher durch Markieren auf Papier oder einfaches Nennen von Gegenständen gelöst hat, muss er in der neuen computerisierten Version des SKT durch Berührung des Touch-Screens aktiv bestätigen (siehe Bild 2). Um den Patienten den Umgang mit der neuen Testumgebung zu erleichtern, wurde vor den Übungen, in der eine aktive Bestätigung des Patienten notwendig ist, eine Übungsphase eingefügt. Übungen, bei denen der Patient die Aufgabe durch Gedächtnisleistung lösen muss, werden jetzt vom Arzt in den Computer eingegeben.



Bild 2: Ansicht des computerisierten SKT

Dies geschieht durch Markieren der genannten Lösung auf dem Arzt-PC. Um dem Arzt die Leitung der Übung zu vereinfachen, sieht der Arzt auf seinem Computer zu jeder Übung die entsprechenden Erklärungshinweise, sowie Hinweise, die dem Patienten zusätzlich zu besseren Erklärung genannt werden sollen (siehe Bild 3).



Bild 3: Ansicht der Arztseite

Die Ergebnisse der einzelnen Subtests werden dann einer automatischen Auswertung zugeführt. So ist es dem Arzt möglich direkt im Anschluss an den Test das Testergebnis des Patienten am Arzt PC abzulesen. Um zu vermeiden, dass ein Patient Schwierigkeiten beim Berühren einzelner Symbole hat, wurde bei der Umsetzung der einzelnen Tests darauf geachtet, dass alle Symbole sowohl von der Größe, als auch farblich deutlich zu erkennen sind. Falls ein Patient trotzdem Probleme mit der Farbgebung hat, können diese jederzeit durch den Arzt geändert werden.

5 Klinische Evaluation

Die Praxistauglichkeit und die Akzeptanz der für eine Computerisierung notwendigen Änderungen bei Patienten und Testleitern werden aktuell in einer Studie am Universitätsklinikum Erlangen untersucht. Bei der Testabnahme werden zusätzlich Sprachsignale aufgenommen, um neue Eingabeschnittstellen und Auswertungsmöglichkeiten zu testen. Da sich sowohl der Arzt, als auch der Patient mit einer neuen Form des Tests zurechtfinden müssen, wurde die Evaluation in zwei Schritte aufgeteilt.

5.1 Evaluation der Arztseite

In einem ersten Schritt wurde der computerisierte SKT bislang 12 Mitarbeitern (Ärzte, bzw. Medizinstudenten) des Universitätsklinikums Erlangen vorgestellt. Nach der Vorstellung hatte jede der Testpersonen die Möglichkeit, den

Test einmal als Anwender und einmal als Patient zu durchlaufen. Im Anschluss an die Durchführung wurden die Testpersonen gebeten, einen Fragebogen auszufüllen.

Das Ergebnis dieses Fragebogens zum Aufbau und der Anwendbarkeit des computerisierten SKT im klinischen Alltag ist als sehr positiv einzuschätzen.

Kleinere Änderungswünsche in erklärenden Anweisungen für die einzelnen Subtests und in der Anordnung von Symbolen, werden bereits in der zweiten Version, die aktuell umgesetzt wird, berücksichtigt sein. Eine weitere Neuerung der zweiten Version wird der Umstieg auf einen Tablet PC sein. Grund dafür ist die schnellere Eingabemöglichkeit von genannten Lösungen des Patienten, die bisher durch eine herkömmliche Computermaus realisiert wurde. Sollte ein Patient sehr schnell auf einzelne Subtests antworten, ist es für den Arzt fast nicht mehr möglich, die Gegenstände schnell genug mit der Maus zu markieren.

Zusammenfassend hat der computerisierte SKT aber bereits in der ersten Version eine sehr hohe Akzeptanz von Seiten der Ärzte erfahren. Diese können sich sehr gut vorstellen, den Test zukünftig in computerisierter Form einzusetzen.

5.2 Evaluation auf Patientenseite

Im zweiten Teil der Evaluation wurde der Test auf den einzelnen Stationen des Universitätsklinikums mit freiwillig teilnehmenden Patienten durchgeführt. Bislang haben ca. 30 Personen am SKT teilgenommen. Die Personen sind unterschiedlichen Alters und befanden sich während der Untersuchung in unterschiedlichen Gesundheitszuständen. Nach der Beendigung des SKT hatte jeder Patient die Möglichkeit, den Test zu beurteilen. Fokus der Beurteilung lag auf dem Verständnis des Tests, der Bedienoberfläche für den Patienten sowie der Benutzerschnittstelle, dem Touch-Screen.

Bis auf wenige Patienten, war das Verständnis der Übungen durch die Erklärungen der Arztseite ausreichend um die Subtests korrekt, unabhängig von Fehlern beim Test selbst, zu durchlaufen. Um das Verständnis aber weiter zu verbessern werden in der zweiten Version des computerisierten SKT zusätzlich Beispiele der Subtests während der Erklärung des jeweiligen Tests für den Patienten zu sehen sein. Damit kann vom Arzt vor Beginn der Übung noch besser überprüft werden, ob der Patient die Aufgabe wirklich verstanden hat, bevor er mit der eigentlichen Übung startet.

Die Bedienoberfläche des SKT wurde von allen Patienten als sehr gut beurteilt. Die Anordnung, die Farbgebung, sowie die Größe der Symbole wurden von den Patienten als angenehm, freundlich und gut zu erkennen empfunden.

Auch die Nutzung eines Touch-Screens als Eingabeschnittstelle, stellte mit Ausnahme weniger Patienten, kein Problem dar. Bei einem Patienten lag das Problem in der Kombination aus der Größe der Symbole und der Empfindlichkeit des Touch-Screens. Durch das Zittern der Hand war es für den Patienten nur schwer möglich, die Symbole so zu berühren, dass der Monitor das richtige Symbol markierte. Bei einem anderen Patienten lag das

Problem in der Länge der Fingernägel. Nach einer kurzen Erklärung, wie man die Symbole am Besten berühren sollte, war dieses Problem beseitigt. Um trotzdem die Genauigkeit bei der Berührung von Symbolen zu erhöhen, wird in der zweiten Version des SKT der bislang verwendete Touch-Screen durch einen besser auflösenden ersetzt. Dadurch sollten Fehlerkennungen durch Berühren der Symbole am Rand weiter minimiert werden.

Da alle Interaktionen (Zeitpunkt, Ort jeder Berührung, Richtigkeit u.v.m.) der Patienten sowie der Ärzte in einer Datenbank gespeichert werden, kann diese im Anschluss an die Patientenevaluierung weiter untersucht werden.

Das Speichern des Zeitpunktes einer Berührung des Touch-Screens oder des Markierens eines Gegenstandes nach richtiger Nennung durch den Arzt erlaubt z.B. weiterführende Auswertungen über den zeitlichen Verlauf der Übung – Zu welchem Zeitpunkt der Übung und in welcher Reihenfolge erinnert sich der Patient an die gezeigten Gegenstände, bzw. kann daraus ein System erkannt werden, mit dem sich der Patient die Gegenstände gemerkt hat.

6 Erweiterungen des ursprünglichen SKT

Neben der eigentlichen Umsetzung des SKT auf dem Computer, sind weitere, validitätssteigernde Komponenten für eine Erweiterung bereits in Arbeit.

So soll als zusätzliche Eingabe-, bzw. Ausgabeschnittstelle die natürliche Sprache des Patienten herangezogen werden. Zu diesem Zweck werden bereits während der Evaluation auf Patientenseite Sprachdaten der Patienten mit aufgenommen, die parallel ausgewertet werden. Die Sprache als Schnittstelle bei verschiedenen Subtests bietet einige Vorteile gegenüber der Schnittstelle Touch-Screen. Mit Hilfe der Spracherkennung kann der Arzt während der Untersuchung unterstützt werden bei der Markierung richtig genannter Gegenstände, Zahlen oder Buchstaben. Dadurch verringert sich das Risiko, dass der Arzt Schwierigkeiten hat, alle genannten Gegenstände zu erfassen, falls der Patient bei einer Übung sehr schnell antwortet, Außerdem kann diese Schnittstelle bei Patienten mit motorischen Störungen den Touch-Screen ersetzen.

Im weiteren Verlauf soll ebenfalls untersucht werden, ob bereits aus der Sprache des Patienten Rückschlüsse auf mögliche Erkrankungen gezogen werden können. Zudem können aus der Sprache verschiedene emotionale Benutzerzustände extrahiert werden. Hier kann der Arzt erkennen, ob ein Patient nervös, ängstlich oder unsicher während der Durchführung des SKT ist.

Als weitere Unterstützung sollen ebenfalls Biosignale des Patienten während der Durchführung des SKT aufgenommen werden. So soll festgestellt werden, ob Probleme eines Patienten beim Lösen einzelner Aufgaben wirklich an der Aufgabe selbst liegen und damit die eigentliche Diagnose unterstützen, oder ob der Patient z.B. durch die Prüfungs- bzw. Untersuchungssituation gestresst oder aufgeregt ist, und deshalb die Aufgaben nicht korrekt lösen kann. Dies würde bedeuten, dass der Patient nicht - wie

bisher angenommen - an Aufmerksamkeits- bzw. Gedächtnisstörungen leidet, sondern die Ursache für ein schlechtes Abschneiden bei diesem Test eher an starker Prüfungsangst liegt.

Um weiter die Zuverlässigkeit der Auswertung des SKT zu unterstützen, wird ein Eyetracker in den Test integriert werden. Dieses System ermöglicht es, zu jedem Zeitpunkt der Übung das aktuelle Blickfeld des Patienten zu analysieren. Diese Information ist gerade bei den Subtests, in denen sich der Patient Gegenstände einprägen soll, sehr wertvoll. Kann ein Patient beispielsweise in Subtest II oder VIII nicht alle Gegenstände reproduzieren, heißt das nicht zwangsläufig, dass der Patient Gedächtnisstörungen aufweist. Mit einem Eyetracking-System kann festgestellt werden, ob der Patient die Gegenstände nicht reproduzieren kann, da wirklich Gedächtnisstörungen vorliegen, oder ob er nicht in der Lage ist, diese zu benennen, da er die Gegenstände gar nicht gesehen hat. Dies würde mehr auf eine Aufmerksamkeitsstörung bzw. Konzentrationsstörung hinweisen. Der Patient kann also die Gegenstände gar nicht reproduzieren, da er sie gar nicht wahrgenommen hat. Zusätzlich kann hier festgestellt werden, ob der Patient die ganze Übung konzentriert bearbeitet, oder ob er durch mangelnde Aufmerksamkeit bzw. sonstige äußere Einflüsse von der eigentlichen Aufgabe abgelenkt wird und diese deshalb nicht fehlerfrei durchgeführt hat.

7 Weitere Anwendungsgebiete

Der Einsatz einer digitalen Version des SKT mit den in Kapitel 6 dargestellten Eingabeschnittstellen sowie den zusätzlichen, unterstützenden Messgeräten bietet eine Vielzahl an neuen Perspektiven.

In Rahmen des von der BFS geförderten Forschungsprojektes FitForAge (www.fit4age.org) soll z.B. untersucht werden, ob es möglich ist, ein interaktives Testsystem zu konstruieren, das für den Einsatz in der heimischen Wohnumgebung geeignet ist. Dazu ist es erforderlich, dass der Test ohne Anwesenheit eines Arztes bzw. Fachpersonals durchführbar ist. Durch ein mit den SKT synchronisiertes Sprachsignal können Anweisungen automatisch an den Patienten weitergegeben werden. Der Bewohner hat außerdem die Möglichkeit, Lösungen lediglich durch Sprache [7] einzugeben. Dies erlaubt es, den Test auf bereits vorhandenen Einrichtungsgegenständen wie dem Fernseher darzustellen. Alternativ dazu kann auf Schnittstellen, wie die Computermaus, eine WiiMote oder eine berührungslose Gestensteuerung [8][9] zurückgegriffen werden. So kann vermieden werden, dass unnötige Zusatzgeräte in die Wohnumgebung integriert werden müssen. Die gewonnenen Daten der zusätzlich in den Test integrierten Sensoren, wie Eyetracker oder Biosignalerfassung ermöglichen dabei die notwendige Überprüfung ob der Test durch den Bewohner korrekt ausgeführt wird. Sollte dies nicht der Fall sein, kann ein intelligentes System gegebenenfalls zusätzliche Erklärungen geben oder bei falscher Durchführung die Testergebnisse verwerfen. In diesem Fall kann ein Besuch beim behandelnden Arzt empfohlen werden, der dem

Bewohner die richtige Handhabung des Tests in einem persönlichen Gespräch erklärt.

Ist der SKT korrekt durch den Bewohner durchlaufen worden, werden die einzelnen Ergebnisse der Subtests einer automatischen Auswertung zugeführt. Dies ermöglicht es einerseits, dem Bewohner eine direkte Rückmeldung zu geben, andererseits müssen so nicht alle Rohwerte an den Arzt weitergegeben werden. Der Arzt bekommt in diesem Fall bereits eine Übersicht über den Verlauf der Übung sowie das ausgewertete Testergebnis. Sollte die Notwendigkeit bestehen, einen genaueren Blick auf die Rohdaten zu werfen, kann der Arzt auf die im System hinterlegte Datenbank, die alle während des Tests aufgenommenen Daten speichert, zugreifen. Dies gilt nicht nur für den zuletzt ausgeführten Test, sondern auch für zu früheren Zeitpunkten absolvierte Tests, um Langzeitvergleiche durchzuführen.

8 Ausblick

Zurzeit werden die in der klinischen Evaluation gewonnenen Informationen in einer neuen Version des SKT umgesetzt. Nach Abschluss dieser Arbeiten wird der Test zunächst erneut im klinischen Umfeld evaluiert werden. Nach erfolgreichem Abschluss der klinischen Studien wird der Test in die Demonstratorwohnung des Lehrstuhls für Mustererkennung der Universität Erlangen-Nürnberg, die im Rahmen des Forschungsprojektes FitForAge entstanden ist, integriert. Dort wird der computerisierte SKT mit den bereits in der Wohnung vorhandenen Schnittstellen verknüpft und auf dem in der Wohnung vorhandenen Display dargestellt.

In dieser Demonstratorumgebung wird dann evaluiert werden, welche zusätzlichen Änderungen für den Einsatz des SKT in der heimischen Wohnumgebung notwendig sind.

Nach dem Abschluss dieser Arbeiten wird geprüft werden, inwieweit auch andere Testsysteme für den Einsatz als telemedizinische Applikation geeignet sind.

9 Danksagung

Dieses Projekt wird unterstützt vom Forschungsverbund „Zukunftsorientierte Produkte und Dienstleistungen für die demographischen Herausforderungen – FitForAge“ (www.fit4age.org). Wir danken außerdem der Dr. Hein GmbH (www.dr-hein.com) für die technische Umsetzung des SKT und die hervorragende Zusammenarbeit bei der Umsetzung neuer Ideen.

9 Literatur

- [1] H. Bickel, Demenzsyndrom und Alzheimer Krankheit: Eine Schätzung des Krankenbestandes und der jährlichen Neuerkrankungen in Deutschland. Gesundheitswesen, 62(4), 211-218, 2000
- [2] H. Bickel, Epidemiologie der Demenz, In: K. Beyreuther et al. (Hrsg.): Demenzen. Grundlagen und Klinik, Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 15-41, 2002.

- [3] E. Gräbel, Häusliche Pflege dementiell und nicht dementiell Erkrankter. Teil II: Gesundheit und Belastung der Pflegenden, Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie, 31(1), 57- 62, 1998
- [4] H. Erzigkeit, SKT: Kurztest zur Erfassung von Gedächtnis und Aufmerksamkeitsstörungen, Manual, Geromed, Erlangen, 2001
- [5] H. Lehfeld, H. Erzigkeit, Beeinträchtigungen der Alltagsaktivitäten (ADL) und der kognitiven Leistungsfähigkeit in unterschiedlichen Demenzstadien, Fortschritte der Neurologie - Psychiatrie, 68(6), 262-269, 2000
- [6] H. Erzigkeit, J. Wildfang, J. Kornhuber, Computergestütztes Screening kognitiver Beeinträchtigungen - Ergebnisse einer Validierungsstudie zum Programm „Kopfsache Interaktiv“, Psycho - Zeitschrift für Praxis und Klinik, 31, 392-297, 2005
- [7] F. Hönig, C. Hacker, V. Warnke, E. Nöth, J. Hornegger, J. Kornhuber, Developing Enabling Technologies for Ambient Assisted Living: Natural Language Interfaces, Automatic Focus Detection and User State Recognition ; VDE (Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V.) (Eds.) Tagungsband zum 1. deutschen AAL-Kongress (Ambient Assisted Living)-Kongress Berlin 30.01.2008-01.02.2008) Berlin/Offenbach : VDE Verlag GMBH 2008, pp. 371-375 - ISBN 978-3-8007-3076-6
- [8] E. Kollorz, J. Penne, J Hornegger, J. Kornhuber, Human Machine Interface for Elderly People; VDE (Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V.) (Eds.) Tagungsband zum 1. deutschen AAL-Kongress (Ambient Assisted Living)-Kongress Berlin 30.01.2008-01.02.2008) Berlin/Offenbach : VDE Verlag GMBH 2008, pp. 383-386 - ISBN 978-3-8007-3076-6
- [9] A. Elgammal, V. Shet, Y. Yacoob, L.S. Davis, Learning dynamics for exemplar-based gesture recognition, CVPR '03: Proceedings of the 2003 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Vol.1, 571-578, 2003