

Datengestützte KI-Methoden für die intelligente Pflege – Herausforderungen und Lessons Learned am Beispiel des insideDEM-Projektes

Prof. Dr. Margareta Halek

Department für Pflegewissenschaft Universität Witten/Herdecke, Witten

Prof. Dr.-Ing. Thomas Kirste

Institut für Visual and Analytic Computing, Universität Rostock

*inside***DEM**



Komplexität
und
Kompetenz

Fast jeder der
1.6 Mio.
Menschen mit
Demenz

*Paul, Paul, Paul!
Wo bin ich? Hau ab!
Paul, Paul. Lass mich in
Ruhe!! Ich muss weg.*

Instabilität
der
häuslichen
Situation



*Paul, Paul, Paul!
Wo bin ich? Hau ab!
Paul, Paul. Lass mich in
Ruhe!! Ich muss weg.*



Was hilft?



***Passgenaue
Problemlösungsstrategien!***

Paul, Paul, Paul!
Wo bin ich? Hau ab!
Paul, Paul. Lass mich in
Ruhe!! Ich muss weg.



Was hilft?



INTERVENTIONEN

Musik hören, Tanzen, Singen, Snoezelen, Validation, Marte Meo, Essensgestaltung, GPS, Therapie, Kognitive Stimulation, Interaktion, Wohngruppen, Strukturierung, Schmerztherapie, Gruppenaktivität, Eins-zu-Eins-Beschäftigung, biographische Gespräche, Massage, Berührung, Schulung, Supervision, DCM, Beratung, gestische Kommunikation, Fallbesprechungen, Bewegungsübungen, Spazierengehen, Feste Feiern, Technikeinsatz, GPS-System, Vorlesen, Ehrenamt, Green Farm, Naturerlebnisse, Museumsbesuche, Medikamente, Ergotherapie, Malen, Aromatherapie, Wohnküche, Farbgestaltung, Licht, Virtuelle Realitäten, Seelsorge, Spiritualität, Orientierungshinweise, emotions-orientierte Pflege, Basale Stimulation, Kontinenztraining, Biographiearbeit, Wii

URSACHEN

Tages-/Nachtrhythmus, Motorische Fähigkeiten, Sprache, Sensorische Fähigkeiten, Gesundheitsstatus, Allgemeinzustand, Funktionsfähigkeit, Affekt, Persönlichkeit, Verhaltensreaktion auf Stress, Gedächtnis, Merkfähigkeit, Hunger und Durst, Ausscheidung, Schmerz, Unwohlsein, Schlafstörungen, Angst, Langeweile, Umgebungsgestaltung, Routine/Stationsalltag, Lichtlevel, Geräuschlevel, Temperatur, Personalausstattung, Stabilität, Umgebungsatmosphäre, Beziehung zu anderen, Interaktion/Kommunikation

Paul, Paul, Paul!
Wo bin ich? Hau ab!
Paul, Paul. Lass mich in
Ruhe!! Ich muss weg.



Verstehende Diagnostik

Verhalten erkennen und beschreiben

Nach Ursachen und Auslösern suchen

Erklärungsansatz für das Verhalten formulieren

Passende Interventionen anwenden

Erfolg bewerten und ggf. alles anpassen



Paul, Paul, Paul!
Wo bin ich? Hau ab!
Paul, Paul. Lass mich in
Ruhe!! Ich muss weg.



Verstehende Diagnostik

- Verhalten erkennen und beschreiben
- Nach Ursachen und Auslösern suchen
- Erklärungsansatz für das Verhalten formulieren
- Passende Interventionen anwenden
- Erfolg bewerten und ggf. alles anpassen

Welches
Verhalten?

Wo fand es statt?

Wann tritt es
auf?

Wer war dabei?

Wie lange dauert
es?

Was passiert
davor, während,
danach?

Wie stark ist es?

.....

Beispiel: Interaktionen zwischen den Informationen

5. Zu welcher **Tageszeit** zeigt sich gewöhnlich das Verhalten?

Zeitangabe

- ✓ 08:00 – 09:00 Uhr
- ✓ 19:00 – 20:00 Uhr

8. An welchem **Ort** hält sich Ihr Angehöriger gewöhnlich auf, wenn das Verhalten auftritt?

Orts-/Raumangabe

✓ Badezimmer

Flur
Keller
Essenzimmer

10. In welchen **Situationen** tritt das Verhalten für gewöhnlich auf?

Situationsangabe

✓ Körperpflege

Toilettengang
Ankleiden
Nahrungsaufnahme
Besuch

Mögliche Erklärung: Körperpflege ist Auslöser des Verhaltens – weiter Abklären ob Intimität, falsche Handgriffe, Schmerzen, zu kaltes Wasser, Angst die Situation verstärkt

Intervention: Körperpflege entsprechend der Trigger + Deeskalationstechniken (Ein Vorschlagstext erscheint)

Herausforderung:

Kann Technik helfen, das Verhalten zu verstehen?

**Verhalten als
Beobachtungseinheit**



Person geht vor- und zurück

**Systematische, strukturierte
Beobachtung**



**Verhalten als ein
Symptom, klinisches
Zeichen, in definierten
Kategorien**



Unruhiges Verhalten:
*Geht die Person ständig auf und
ab, führt sie Tätigkeiten immer
wieder aus (...)?*

Quantitative Instrumente/Tests:
NPI, CMAI, ...



**Verhalten als ein sozialer
Konstrukt, interpretative,
Kontextabhängig,
bedeutsam**



**Körperliche Fitness
Suche nach Beschäftigung
Suche nach Hilfe
Suche der Ausganstür
Schmerzen**

**Qualitative Ansätze, komplexe Kombination
von Informationen,
Hermeneutik/Fallverstehen**

... zur Informatik ...

insideDEM: Aufgabe der Informatik

- Quantifizierung von herausforderndem Verhalten
 - Wie oft tritt welches Verhalten am Tag auf?
- Echtzeit-Erkennung von herausforderndem Verhalten
 - Liegt in diesem Moment herausforderndes Verhalten vor?
 - Wenn ja: welche Art von Verhalten?
- ... im normalen Alltag ...
- ... mit mobilen Sensoren.

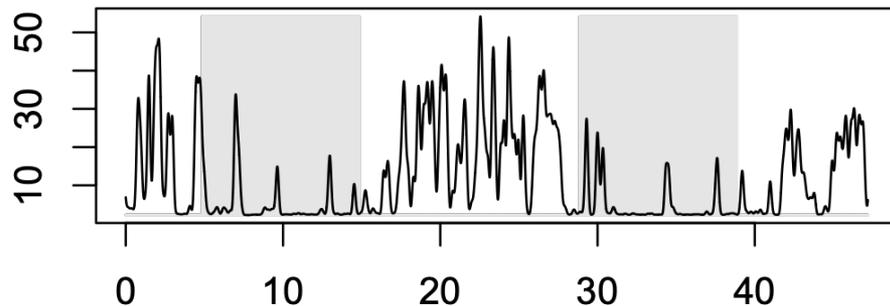
Warum wir dachten,
das wäre eine gute Idee

Erkennung von AD-Effekten im Alltagsverhalten

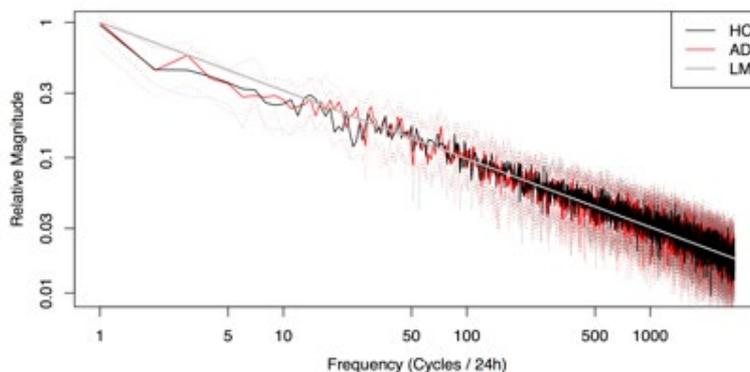
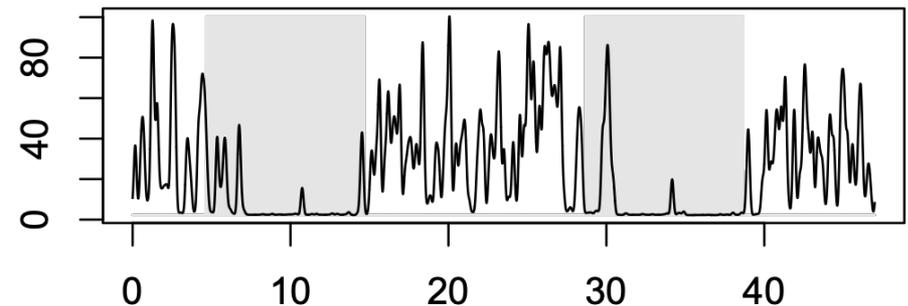
- Sensor: 3-Achsen Akzelerometer
 - 12 Bit Auflösung, 4g Wertebereich, 50 Hz Abtastrate
 - Befestigung mit elastischem Band am Sprunggelenk
- 46 Vpn (23AD, 23HC), 53h Aufzeichnung pro Vpn
 - Gesamter Datenbestand: 2455 Stunden, 18.4 GByte



X024GFD1 : 17.08.11, 17:08 -- 19.08.11, 16:19



X024GMD0 : 17.08.11, 17:20 -- 19.08.11, 16:19



[Kirste T, et. al. Detecting the effect of Alzheimer's disease on everyday motion behavior. Journal of Alzheimer's Disease 38\(1\):121-32, 2014](#)

Performance

acc 0.91

sens 0.96

spec 0.87

SiNDeM – Situationsadaptive Navigationsassistenz für Demenzpatienten

- Ziel: Detektion prämanifester Desorientierung in Akzelerometerdaten für subsidiäre Just-in-Time Navigationsassistenz
- Studie: Instrumentierte kontrollierte Orientierungsaufgabe
- Methode: Systematische Merkmalsraumexploration + Classifier
- Ergebnis: AUC zeigt Desorientierungseffekt

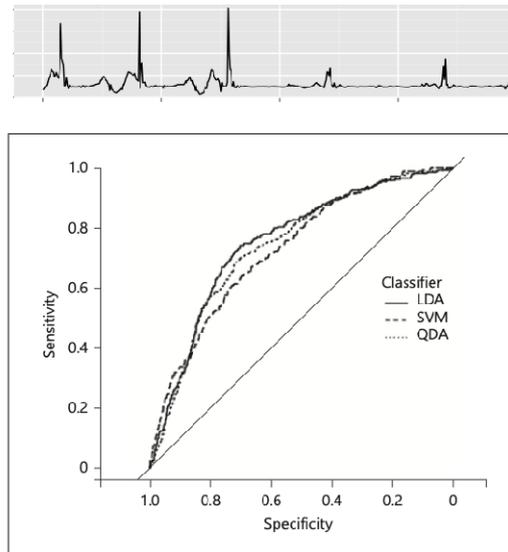
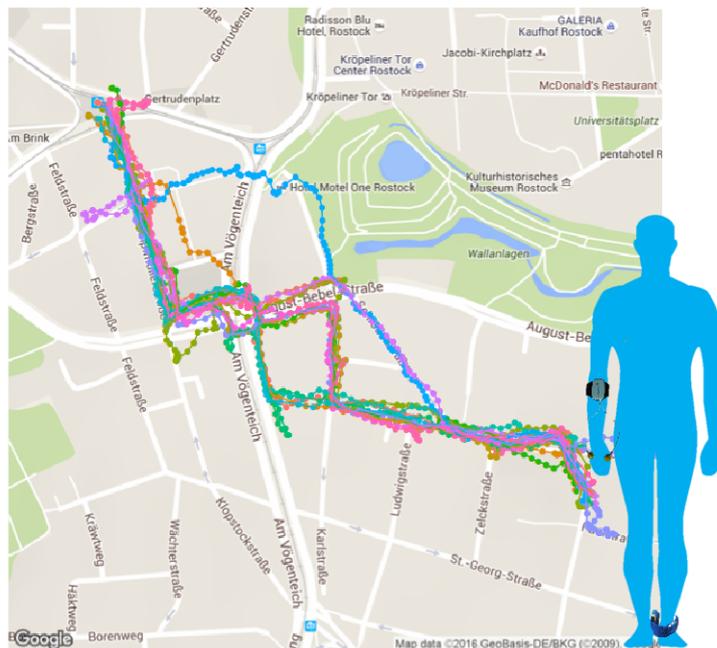


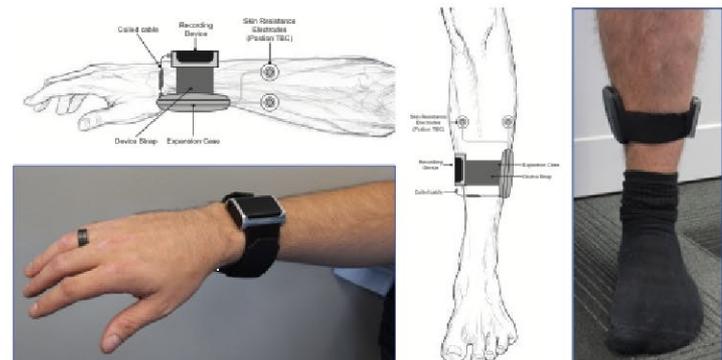
Fig. 2. Comparison of linear discriminant analysis (LDA), support vector machine (SVM), and quadratic discriminant analysis (QDA) (group threshold).

Women/ men	AD/ MCI	Age, years	MMSE
8/5	10/3	70.5 (8.8) 59–83	24.1 (2.8) 17–27

Wie wir vorgegangen sind

Verhaltens erfassung

- 2 Pflegeheime, 9+8 Versuchspersonen, 11 Annotatoren
- akzelerometrische Instrumentierung
 - (Hand- und Fußgelenk)
- 4 Wochen / 24h Aufzeichnung je Versuchsperson

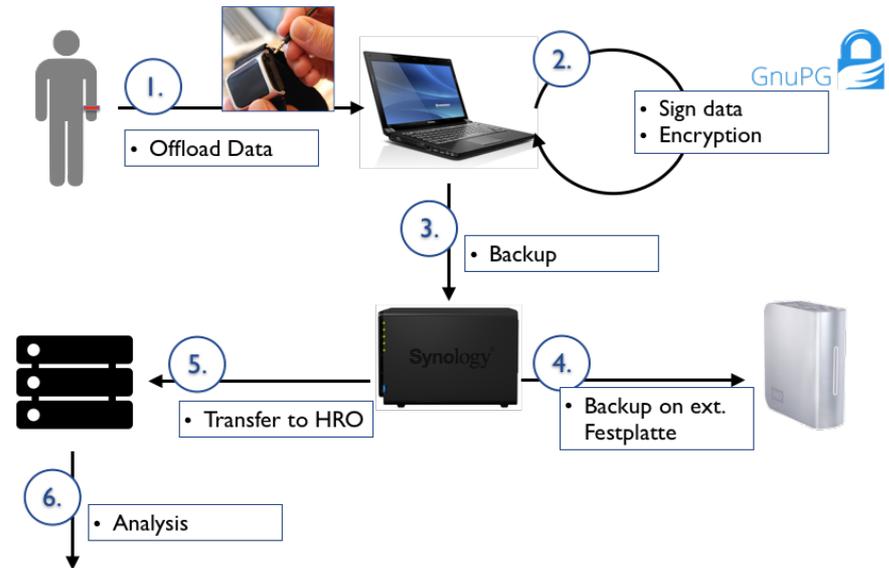


Annotation: Codebuch und Methodik

- Annotation in 5-Minuten-Intervallen durch trainierte Beobachter von 9:00–16:00
 - Etablierte Methodik des Dementia Care Mappings
- **6+1 Verhaltensklassen**
 - Ag Aggression
 - P Pacing and wandering
 - G General restlessness
 - M Repetitive mannerisms
 - O Trespassing
 - A Apathy
 - N None
- Codebuch basiert auf vergleichender Literaturstudie und Experteninterviews professioneller Pflegekräfte

Erfassungsinfrastruktur

- Kontinuierliche, zuverlässige, sichere Datenerfassung ohne vor-Ort-Experten
 - (Distanz HRO–Krefeld: 600 km)
- Probleme der Aufzeichnung (Ausfall Sensor) müssen umgehend erkannt werden
- Ansatz: Realisierung eines vollautomatischen Prozesses
 - Offload
 - Signing & Encryption
 - Distributed Backup
 - Encrypted transfer für Analyse
- Fernzugriff auf alle Geräte
- Recording Dashboard
 - Fernüberwachung des Aufzeichnungsstatus
 - Issue Tracking (fehlende Uploads ...)
 - Problemerkennung zur frühzeitigen Intervention
- Infrastruktur auch für andere Projekte (NurMUT, Charité) zur Verfügung gestellt



Inside-Dem Initial Field Trial Dashboard

Current time: 2016-04-28 06:37:24

Universität Rostock

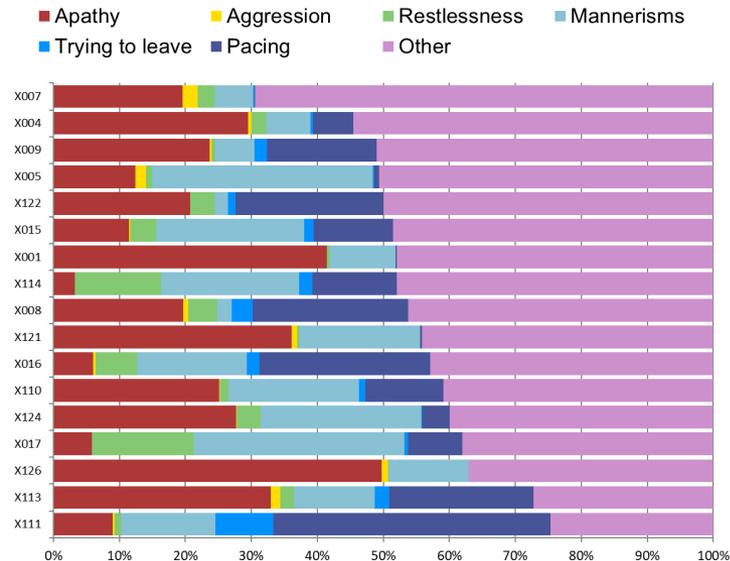
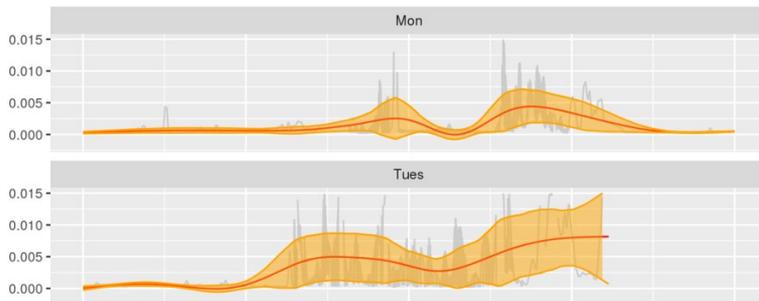
Patient Status

Status for patient X001				Status for patient X004			
Day	Hand/day	Foot/day	Foot/night	Day	Hand/day	Foot/day	Foot/night
2016-04-20	08:07-20:20	08:07-16:33	21:03-07:48	2016-04-20	07:04-21:01	-	21:00-08:02
2016-04-21	07:44-20:08	07:44-16:14	20:08-13:40	2016-04-21	07:57-19:48	07:58-16:28	-
2016-04-22	08:58-19:05	08:58-17:12	19:03-09:31	2016-04-22	07:37-19:28	07:36-16:12	19:29-10:45
2016-04-23	09:03-20:03	09:02-13:34	19:30-11:16	2016-04-23	10:31-19:53	10:30-19:15	19:52-10:57
2016-04-24	10:52-19:52	-	19:35-09:28	2016-04-24	10:59-19:44	10:51-19:42	19:42-08:28
2016-04-25	09:27-19:49	08:58-17:55	19:32-07:54	2016-04-25	-	08:29-17:15	-
2016-04-26	07:29-19:21	07:28-16:10	-	2016-04-26	-	-	-
2016-04-27	09:30-18:48	09:30-18:14	-	2016-04-27	12:39	14:50-19:03	09:03-09:10
2016-04-28	-	-	-	2016-04-28	-	-	-

Status for patient X005				Status for patient X007			
Day	Hand/day	Foot/day	Foot/night	Day	Hand/day	Foot/day	Foot/night
	3978D803	5890FE9	ESC529B1		5267A9CB	D1B1B7C4	CD11889F

Ergebnisse: Daten

- 41.689 annotierte 5'-Intervalle
- Assessments:
 - CMAI, NPI, MMSE, GDS, TFDD, Mobility per patient
- 60 GB komprimierte Sensordaten
 - $5,6 \times 10^9$ Akzelerometer-Datenpunkte
 - Abspeicherung in high-performance Datenbank (monetDB) → 600 GB
- 2.5 TB Video-Aufzeichnung (1038h)



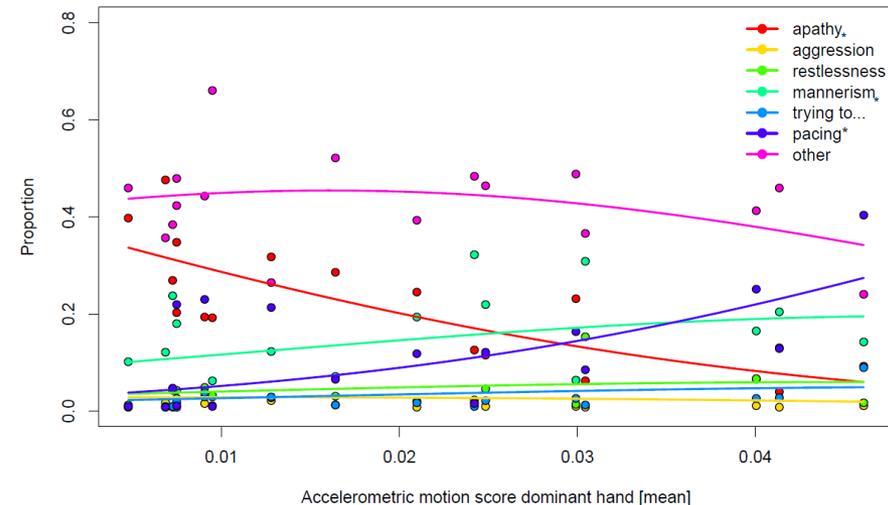
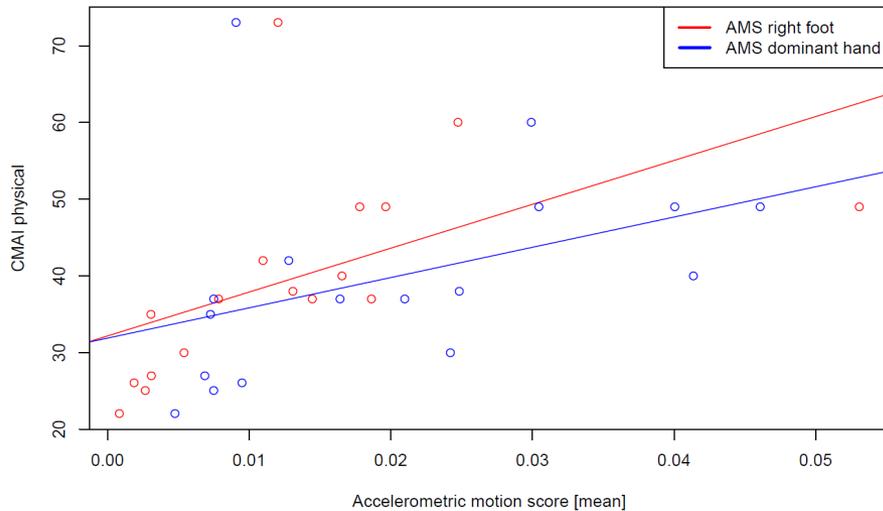
Alzheimer's & Dementia
 Diagnosis, Assessment & Disease Monitoring
 An open access journal of the **alzheimer's association**[®]

Multidimensional assessment of challenging behaviors in advanced stages of dementia in nursing homes—The insideDEM framework
 Stefan Teipel, Christina Heine, Albert Hein, Frank Krüger, Andreas Kutschke, Sven Kernebeck, Margareta Halek, Sebastian Bader, Thomas Kirste

JMIR Publications 20 YEARS
 Advancing Digital Health Research

A Tablet App- and Sensor-Based Assistive Technology Intervention for Informal Caregivers to Manage the Challenging Behavior of People With Dementia (the insideDEM Study): Protocol for a Feasibility Study
 Sven Kernebeck, Daniela Holle, Patrick Pogscheba, Felix Jordan, Fabian Mertl, Alina Huldgren, Sebastian Bader, Thomas Kirste, Stefan Teipel, Bernhard Holle, Margareta Halek

Ergebnisse: Datenanalyse



Number of subjects (male/female)	Age [years]	MMSE	CMAI (total)
17 (6/11)	73 - 94	0* - 18	37 - 109
		8	56
		10.1	61.2

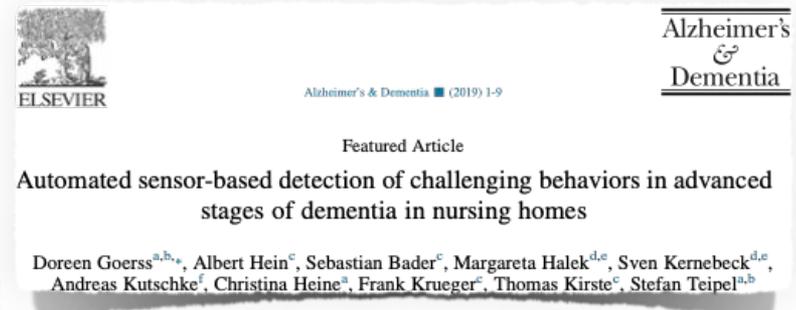
range
median
mean

• CMAI vs AMS

Spearman's ρ	AMS Hand	AMS Foot
CMAI _{total}	0.49	0.60
CMAI _{physical}	0.66	0.82

• Verhalten vs AMS

- apathy: Signifikant -
- mannerisms, pacing: Signifikant +
- + AMS \Rightarrow - apathy, + mannerisms, + pacing



A&D IF > 12!

... wir sind damit allerdings nicht
zufrieden ...

Warum?

- Primärziel aus Sicht Informatik nicht erreicht.
 - Echtzeit-Erkennung (oder doch zumindest robuste Schätzung von Aggregaten – Verhaltensanteile über den Tag oder die Woche) bisher nicht realisiert.
 - Merkmalskatalog mit > 100 Merkmalen
 - Algorithmen: alles, was geht: SVM, DT, Deep, ...
 - Ergebnisse: nicht besser als a-priori-Schätzung
- Phänomene
 - Inter-Rater-Reliability der Live-Annotation: Cohen's $\kappa = 0.45$
 - mit Video: Cohen's $\kappa = 0.75$ (mannerisms), 0.84 (pacing)
 - 5'-Segmente nicht fein genug für kurze Ereignisse
 - Viele Analyseoptionen vor Projektende noch nicht erprobt

Beobachtungen (I)

- Rechtliche Anforderungen an den Datenschutz kontra zuverlässiger Aufzeichnung und schneller Analyse
 - kostet viel Zeit auf technischer Ebene (Einrichtung der Pipeline)
 - Diese Zeit fehlt für die Analyse
 - aufwändiger Zugriff auf die Daten (Firewall – Secure Server – Encrypted File System): mehrere Größenordnungen langsamer als auf lokaler Platte
- Rechtliche Anforderungen (§11 BDSG, DSGVO M-V, ...) vs Projektsituation (Datenbasiert, viele Partner) Neuland → „Play Safe“ wirkt nicht beschleunigend ...
- Es lohnt sich, Best Practices auf technischer und rechtlicher Ebene auszutauschen
 - Wer finanziert das? Wie?
 - Wo publiziert man das als junger Promovend in der Informatik?

Beobachtungen (II)

- Das Fehlen von Video-Aufzeichnungen hat verursacht
 - einen erheblichen Personalaufwand (11 Annotatoren)
 - ... mit überschaubarer Datenqualität
 - ... und damit viel Frustration bei den Datenanalytikern
 - ... die keine publizierbaren Ergebnisse erzielen konnten
- Hintergrund
 - Bedenken von (Angehörigen von) Angehörigen von Mitbewohnern (*nicht* Versuchsteilnehmer) in Bezug auf die ethische Integrität und die technische Kompetenz der involvierten Projektpartner
- Konsequenz
 - Fähige Datenanalytiker wenden sich Fragestellungen zu, bei denen ...
 - man ihnen nicht unterschwellig im Voraus unethisches Verhalten unterstellt
 - sich der Aufwand für die Datenbeschaffung minimieren lässt.

Beobachtungen (III)

- Komplexität der Pflegesituation:
 - Vielfältigkeit des Verhaltens,
 - Individualität der Person, Situation und des Umfeldes,
 - unzählige und vielfache Zusammenhänge zwischen Ursachen und Maßnahmen,
 - zeitliche Instabilität,
 - Parallelität der Entscheidungen und implizites Wissen (Erfahrungswissen)

⇒ enorme Anforderungen an

„passgenaue Problemlösungsstrategien“

- Ein komplexes Projekt wie insideDem hat nur im Ansatz die Anforderungen adressieren können – Wie lässt sich zukünftig diese Anforderungen im Projektkontext adressieren?

Ethische Situation

- 17 Menschen haben freiwillig 4 Wochen ihres Lebens mit durchaus erheblicher Instrumentierung verbracht um dieses Projekt mit Daten zu versorgen
 - einige Teilnehmer seither verstorben
- Das Projekt war bisher nicht in der Lage
 - eine vollständige Analyse der Daten durchzuführen
 - In die Nähe einer Praxislösung zu kommen
- Wir stehen in einer Bringschuld gegenüber den Versuchsteilnehmern, die wir möglicherweise nicht mehr erfüllen können
 - Wer wertet diesen Datenschatz aus?
 - (Ist das überhaupt ein Schatz? Ohne Video?)
 - Wer darf überhaupt die Daten haben? (Nach DSGVO?)

Datengestützte KI-Methoden für die intelligente Pflege – Herausforderungen und Lessons Learned am Beispiel des insideDEM-Projektes

