

KURZFASSUNG

Der Pflegenotstand und Fachkräftemangel erhöhen den Druck auf das Pflegepersonal und sämtliche am Stationsalltag beteiligte Personen. Um die steigende Arbeitsbelastung zu bewältigen und das Personal zu unterstützen, werden zunehmend technische Assistenzsysteme eingesetzt. Ein vielversprechender Ansatz ist die Automatisierung der Pflegedokumentation durch Identifizierung von ausgeführten Pflegeprozessen mittels Bewegungsanalyse und maschinellem Lernen. Die Entwicklung solcher Systeme erfordert einen prozess- und nutzerorientierten Ansatz, da die Pflege einen komplexen Arbeitsbereich darstellt, welcher von unvorhersehbaren Situationen und Expertenwissen geprägt ist. Die Herausforderung besteht darin, lernende Systeme zu entwickeln, welche kontinuierlich aus dynamischen Situationen Lernen und flexibel auf Veränderungen reagieren. In verschiedenen Anwendungsbereichen zeigt sich ein zunehmender Bedarf an maschinellen Lernsystemen (ML-Systeme), welche um Expertenwissen angereicherter werden und dadurch ihre Anpassungsfähigkeit und Genauigkeit verbessern. Interaktives maschinelles Lernen (iML), als Teilbereich des Forschungsfeldes Human-in-the-Loop (HITL), integriert die beschriebenen Ansätze, indem menschliche und maschinelle Intelligenz miteinander kollaborieren.

Unter Berücksichtigung dieser Rahmenbedingungen befasst sich diese Arbeit mit der Entwicklung eines HITL-Konzeptes für iML zum Einsatz in einem von Menschen gestalteten Anwendungsfeld - der Pflegeumgebung. Das Ziel besteht darin, ein geeignetes Konzept für die Prozessidentifikation zu entwickeln, das von Nutzern mit Prozesskenntnissen, jedoch ohne spezifische Kenntnisse des maschinellen Lernens, genutzt wird, um ein ML-Modell zu verbessern und die Aufwände der Pflegedokumentation zu reduzieren. Eine nutzerorientierte Konzeptausrichtung ermöglicht eine zielgerichtete Entwicklung einer innovativen Mensch-Computer-Interaktion, welche während des eigentlichen Arbeitsprozesses genutzt wird und den Nutzer effektiv bei der Pflegedokumentation entlastet.

In einer Anforderungsanalyse werden prozess-, mensch- und algorithmuszentrierte Konzeptkriterien identifiziert. Dies erfolgt in einem multidimensionalen Ansatz durch die Untersuchung des Pflegeumfelds, einer Gegenüberstellung bereits entwickelter Systeme des interaktiven maschinellen Lernens sowie einer Leistungsbewertung einer bestehenden Lösung zur Prozessidentifikation von Pflegeetätigkeiten. Auf diese Analyse folgt die Entwicklung eines prozessnahen und ressourcenschonenden HITL-Konzeptes, welches einen Domänenexperten zur Interaktion mit einem maschinellen Lernsystem befähigt. Die neuartige Konzeptstruktur umfasst ein Explainability- und ein Human-Interface-Modul, welche unterschiedliche Grade der Interaktion abbilden und sich, bei gleichzeitiger Informationsanreicherung eines ML-Systems, effizient in Arbeitsprozesse integrieren lassen.

Anhand mehrerer Evaluierungsmethoden wird das Konzept hinsichtlich der drei Perspektiven (Prozess, Mensch und Algorithmus) bewertet und das praktische Potenzial dargestellt. Das interaktive maschinelle Lernen stellt sich im Ergebnis aus allen drei Perspektiven als sehr nützlich heraus, um ein klassisches ML-System zur Reduktion der Dokumentationsaufwände in der Pflege prozessnah, praktikabel und genauer zu gestalten.

ABSTRACT

The shortage of skilled nursing professionals increases the pressure on the nursing staff and all individuals involved in the daily routine of the hospital. To cope with the increasing workload and to support the personnel, technical assistance systems are increasingly being used. A promising approach is the automation of nursing documentation through the identification of executed nursing processes using motion analysis and machine learning. The development of such systems requires a user- and process-oriented approach, as nursing represents a complex field of work characterised by unpredictable situations and expert knowledge. The challenge lies in developing learning systems that continuously learn from dynamic situations and react flexibly to changes. In various application areas, there is an increasing demand for machine learning systems (ML systems) that are enriched with expert knowledge, thereby improving their adaptability and accuracy.

Interactive machine learning (iML), as a subfield of Human-in-the-Loop (HITL) research, integrates the described approaches by collaborating human and machine intelligence. Machine learning is powerful but also requires humans in complex situations.

Considering these conditions, this thesis deals with the development of a HITL concept for iML for use in a human-shaped application field - the nursing environment. The aim is to develop a suitable concept for process identification that can be used by users with process knowledge but without specific knowledge of machine learning, to improve ML models and reduce the effort of nursing documentation. A user-oriented concept alignment enables the targeted development of an innovative human-computer interaction, which is used during the actual work process and effectively relieves the user in nursing documentation.

In a requirements analysis, process-, human-, and algorithm-centered concept criteria are identified. This is done using a multidimensional approach through the examination of the nursing environment, a comparison of already developed systems of interactive machine learning, and a performance evaluation of an existing solution for the process identification of nursing activities. Following this analysis, a process-oriented and resource-efficient HITL concept is developed, enabling a domain expert to interact with a machine learning system. The novel concept structure includes an Explainability- and a Human-Interface-Module, which depict different degrees of interaction and can be efficiently integrated into work processes while simultaneously enriching the information of an ML system.

The concept is assessed using several evaluation methods concerning the three perspectives (process, human, and algorithm), and the practical potential is demonstrated. Interactive machine learning proves to be very useful from all three perspectives to make a classic ML system more process-oriented, practical, and accurate in reducing documentation efforts for nursing professionals.