

Situationsbewusste, patternbasierte Adaption interaktiver Anwendungen durch Auswertung von Emotions- und Biosignal-Daten

Christian Martin¹, Christian Herdin¹, Sanim Rashid¹

Abstract: Modellbasierte, durch patternbasierte Werkzeuge und Generatoren bereicherte Entwicklungsumgebungen verbessern die Modellierung, den teilautomatischen Entwurf und die Implementierung interaktiver Systeme. Um die situations- und kontextbewusste Adaption der mit solchen Umgebungen erzeugten Software zur Laufzeit zu erlauben, nutzt der vorgestellte Ansatz visuelle Analysemodalitäten wie Eye-Tracking und Blickverfolgung und koppelt diese mit Signalen zur Emotionserkennung. Eine bereits erprobte Systemarchitektur, die zum Emotionstracking die Facereader-Software benutzt, soll durch eine Wearable-Schnittstelle zur Erfassung von nicht-visuellen Biosignalen eine Fusion der Emotionsdaten ermöglichen und eine noch präzisere Adaption der Zielsoftware erlauben.

Keywords: MB-UIDE, HCI-Patterns, Situationsanalyse, Emotionsanalyse, Biosignale, Wearables, Eye-Tracking

1 Einführung und Stand der Forschung

Modellbasierte Entwicklungsumgebungen für interaktive Systeme (MB-UIDEs) sind seit Jahrzehnten in der HCI-Forschung etabliert und können für die systematische Entwicklung qualitativ hochwertiger multimedialer Web- und Desktop-Applikationen oder Apps eingesetzt werden [MC14]. Durch die Integration von Software-Patterns und Pattern-Sprachen in diese Umgebungen konnte in den vergangenen Jahren die Flexibilität der Werkzeugumgebungen erhöht und die Voraussetzung geschaffen werden, um die entstehenden interaktiven Applikationen an wandelnde Umgebungs- und Geräte-Kontexte (Desktop, Tablet, Smartphone, Wearable) und Benutzerbedürfnisse (z.B. barrierefreie Schnittstellen, demographischer Faktor) anzupassen. Mit dem PaMGIS-Framework [EM09], das dem CAMELEON-Referenzmodell [CC02] folgt und in dessen Zentrum ein reichhaltiges Pattern-Repository mit domänen-abhängigen und unabhängigen HCI-Patterns steht, wurde ein leistungsfähiger Ansatz entwickelt, um mit Hilfe der Modellierungssprache PPSL die Struktur, das Verhalten, die Präsentation und die Kontexteinbettung interaktiver Systeme zu spezifizieren und aus den Modellen die Zielsoftware teilautomatisch und mit Werkzeugunterstützung zu generieren [EM16].

¹ Hochschule Augsburg, Fakultät für Informatik, An der Hochschule 1, D86161 Augsburg, Deutschland
{Christian.Maertin, Christian.Herdin, Sanim.Rashid}@hs-augsburg.de

Die zunehmende Dominanz mobiler Systeme für die alltägliche Nutzung und die rapide fortschreitende Marktdurchdringung der Wearables führt durch deren Flexibilität und immer natürlichere Interaktionsfähigkeit mit dem Nutzer zu Möglichkeiten, situations- und kontextabhängige Informationen in die Ausgestaltung der interaktiven Software-Applikationen einzubeziehen. Dadurch ergeben sich neue, teilweise komplexe zusätzliche Anforderungen an die Entwicklungsumgebungen für solche Wearable-Applikationen. Insbesondere sollten geeignete Ansätze neben der Automatisierbarkeit bestimmter Entwicklungsschritte auch die Adaptionfähigkeit der Zielsoftware, also die Anpassung der Softwareeigenschaften der Benutzungsschnittstelle, und über die Anbindung an die Business-Logik auch der inhaltlichen Software-Eigenschaften ermöglichen.

Grundlage dafür sind die simultane Analyse des aufgabenbezogenen, emotionalen, gesundheitlichen und mentalen Benutzerstatus zur Laufzeit und die gleichzeitige Beobachtung weiterer situativer und kontextueller Daten.

In [Ch16] werden die Grundlagen für ein auf der Analyse auch des verborgenen mentalen Zustands basierendes stark benutzerzentriertes und situationsbezogenes Software Engineering gelegt, das als *Situation Analytics* bezeichnet wird. Chang regt an, die Fortschritte der Kognitionswissenschaften und die heute verfügbaren allgegenwärtigen intelligenten Technologien für eine prozessbegleitende ständige Situationsanalyse zu nutzen, die changierende Benutzerwünsche während der Bewältigung der interaktiven Aufgaben erkennt und in Echtzeit zu Änderungen im Softwareverhalten führt. Zu diesem Zweck wurde das Situ-Framework vorgeschlagen, das zur Laufzeit durch Benutzerbeobachtung und kognitive Analyse zur benutzergerechten und situationsbezogenen Anpassung der Software führen soll.

Im Gegensatz zur experimentellen oder klinischen Erfassung und Analyse von Biosignalen zur Patienten-Überwachung würde eine labormäßige und zu technisch/apparatemedizinisch wirkende Gestaltung des User Tracking im alltäglichen Kontext sowohl das Benutzerverhalten als auch die User Experience stark beeinflussen. Daher sind für HCI-Zwecke Beobachtungsmethoden vorzuziehen, die mit geringen Eingriffen in die Bewegungsfreiheit des Benutzers realisierbar sind und während der Beobachtung kaum wahrgenommen werden.

Neben visuell durch Eye- und Gazetracking erfassbaren Fixationspunkten und Blickverläufen [To13] kann Facereading-Software [No15] heute in sehr effektiver Weise visuell die Ausprägungen und zeitlichen Änderungen der Grundemotionen erfassen und in Echtzeit übertragen. Auch die Erfassung und Auswertung von Biosignalen wird im Bereich der Mensch-Computer-Interaktion immer beliebter und handhabbarer [Sc16]. In [MH16] werden beispielsweise Stressmessungen durch kontaktfreie kamerabasierte Messungen im Gesichtsausdruck des Benutzers durchgeführt. Das geschieht durch Vergleich mit vorher vorgenommenen photoplethysmographischen, also auf der Vermessung der Venen-Funktion basierenden Messungen des kognitiven Stress-Levels von Probanden. Dabei kann unter anderem die für die Bestimmung des Stress-Levels signifikante Veränderung der Pulsfrequenz aus den Bilddaten extrahiert werden. Auch die Beobachtung kurzzeitiger Veränderungen der Pulsrate mit in Kleidung integrierten

Wearables kann zur relativ zuverlässigen Detektion einiger Grundemotionen genutzt werden [Gu15]. In [Pi15] wird auf zahlreiche weitere Arbeiten zur Erkennung von Stress, emotionaler Beteiligung und positiven Emotionen verwiesen. Schließlich vergleicht [LW11] systematisch die Fusion mehrere Modalitäten zur Affekterkennung mit der Emotionserkennung durch nur eine Messmethode.

2 Situationsbasierte Software-Adaption

Um mit dem patternbasierten Ansatz interaktive Software wirklich kontext- und situationsbewusst gestalten zu können und eine situative Laufzeitadaption der Zielsoftware zu ermöglichen, wurde der PaMGIS-Ansatz so erweitert, dass mit einem neu entwickelten Auswertungssystem für simultan aufgezeichnete Eye-, Gaze-Tracking- und Facereader-Daten das Benutzerverhalten zur Laufzeit protokolliert wird und ein intelligenter Auswertungsalgorithmus diese Daten verwendet, um in Echtzeit Entscheidungen zur emotionsbasierten Anpassung der Benutzeroberfläche zu treffen.

Die Entscheidungen werden evaluiert und priorisiert und führen zur Auswahl von strukturellen, Verhaltens- und Präsentations-Patterns aus dem PaMGIS-Repository, aus denen dynamisch ein verändertes User Interface generiert wird, sofern erforderlich [MR16]. Die emotionalen Reaktionen auf die veränderte Benutzungsoberfläche werden wiederum protokolliert und genutzt, um über längere Zeitspannen die User Experience auf einem hohen Niveau zu halten. Zur Steigerung der Zuverlässigkeit bei der Gewinnung von Daten zur Emotionsbestimmung soll in die bestehende Umgebung ein Wristband zur simultanen Gewinnung und Übertragung von Biosignalen integriert werden.

3 Situationsanalyse-Testumgebung

Mit Hilfe einer prototypischen Testumgebung (Abb. 1) und für unterschiedliche Anwendungstypen konnte die Leistungsfähigkeit des Ansatzes bereits evaluiert werden. Die Testumgebung wurde mit Hilfe des ASP.NET MVC Web Application Framework von Microsoft entwickelt. Die zu Evaluationszwecken gebauten Demo-Applikationen nutzen das Open Source Java-Script Framework Angular JS und können auf die vom PaMGIS-Framework bereitgestellten Werkzeuge sowie das HCI-Pattern-Repository zugreifen. Die Analysesoftware mit Schnittstellen zum Tobii Eye-Tracker und zur Noldus FaceReader-Software wurde als Windows-Form-Applikation implementiert. Um die Aussagekraft der visuellen Tracking-Daten zu bestätigen und die Adaptionentscheidungen zu verfeinern, wurden Experimente zur Integration verschiedener kommerziell erhältlicher Wearables in das Auswertungssystem durchgeführt. Der Vergleich der am Markt erhältlichen Systeme führte zur Auswahl des Empatica E4-Wristbands [Em16].

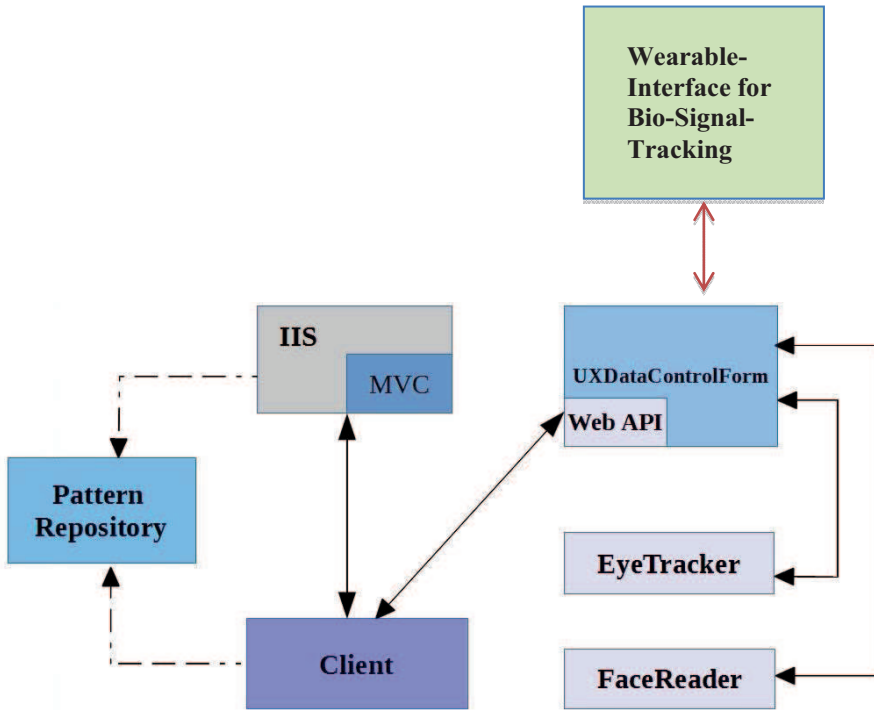


Abb. 1. Software-Architektur der Testumgebung. Die aufgezeichneten Daten werden vom UXDataController gesammelt und ausgewertet. Sowohl Client- als auch Server-Seite der interaktiven Software können durch Patterns aus dem PaMGIS-Repository zur Laufzeit angepasst werden. Als neue Erweiterung der Monitoring- und Auswertungsmöglichkeiten ist eine Wearable-Schnittstelle zur Aufzeichnung von Biosignalen (Puls, Sauerstoffanteil, etc.) in den UXDataController integriert.

Das Wristband verfügt über vier integrierte Sensoren. Einen Photoplethysmographie-Sensor sowie einen elektrodermalen Aktivitätssensor. Ebenfalls sind ein 3-Achsen-Beschleunigungssensor sowie ein Sensor zur Temperaturmessung der Haut integriert.

Folgende Messwerte können ausgewertet werden:

- Pulsrhythmus (Blut-Volumen-basiert) ,@64Hz
- Intervall zwischen Herzschlägen: time, IBI(time) pair
- Elektrodermale Aktivität @4 Hz

- XYZ-Rohbeschleunigung @32Hz
- Hauttemperatur @4Hz*

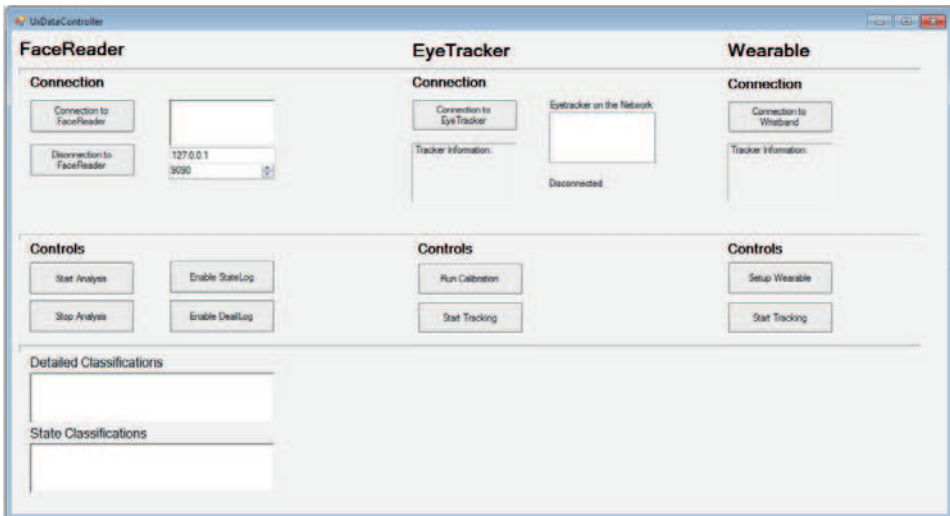


Abb. 2. Das User-Interface der Situationsanalyse-Testumgebung.

Abb. 2 zeigt die in Bezug auf die Wearable-Integration geräteunabhängige Benutzungsschnittstelle zum Auswertungssystem. Über diese wird das E4-Wristband über eine von Empatica mitgelieferte API angeschlossen, um die erfassten Biosignale in Echtzeit auswerten zu können.

Der durch Biosignal-Tracking erweiterte Auswertungsalgorithmus und die damit möglichen dynamischen Laufzeit-Adaptionen der Benutzungsoberfläche sowie die inhaltlichen Auswirkungen auf den Pattern-Vorrat im PaMGIS-Repository sollen in den nächsten Monaten am Beispiel interaktiver Auskunftssysteme für Bahnreisende und an der Benutzungsschnittstelle eines Produktionsplanungssystems für die Kleinserienfertigung erprobt und evaluiert werden.

4 Literatur

- [CC02] Calvary, G., Coutaz, J., Bouillon, L. et al. (2002): “The CAMELEON Reference Framework”. Retrieved April 15, 2015 from <http://giove.isti.cnr.it/projects/cameleon/pdf/CAMELEON%20D1.1RefFramework.pdf>
- [Ch16] Chang, C.K. (2016): “Situation Analytics: A Foundation for a New Software Engineering Paradigm”, COMPUTER, January 2016, pp. 24-33

- [EM09] Engel, J., Märtin, C. (2009): “PaMGIS: Framework for Pattern-based Modeling and Generation of Interactive Systems”, Proc. HCI International '09, San Diego, U.S.A., pp. 826-835
- [EM15] Engel, J., Märtin, C., & Forbrig, P. (2015): „A Concerted Model-driven and Pattern-based Framework for Developing User Interfaces of Interactive Ubiquitous Applications”, Proc. First Int. Workshop on Large-scale and Model-based Interactive Systems, Duisburg, pp. 35-41.
- [Em16] Empatica Inc. Retrieved June 20, 2016 from <https://support.empatica.com/hc/en-us/articles/202581999-E4-wristband-technical-specifications>
- [Gu15] Guo, H.W et al.:”Short-term Analysis of Heart Rate Variability for Emotion Recognition via a Wearable ECG Device”, Proc. ICIIBMS 2015, Okinawa, Japan, IEEE, pp. 262-265
- [LW11] Lingenfelter, F., Wagner, J., Andre, E.: “A Systematic Discussion of Fusion Techniques for Multi-Modal Affect Recognition Tasks”, Proc. ICMI '11, Nov. 14-18, 2011, Alicante, Spain, pp. 19-25
- [MC14] Meixner, G., Calvary, G., Coutaz, J. (2014): “Introduction to Model-Based User Interfaces”, W3C Working Group Note 07 January 2014. Retrieved May 27, 2015 from <http://www.w3.org/TR/mbui-intero/>.
- [MH16] McDuff, D.J. et al.: “COGCAM: Contact-free Measurement of Cognitive Stress During Computer Tasks with a Digital Camera”, Proc. CHI '16, May 07-12, 2016, San Jose, CA, USA
- [MR16] Märtin, C., Rashid, S., Herdin, C.: “Designing Responsive Interactive Applications by Emotion-Tracking and Pattern-Based Dynamic User Interface Adaptation”, M. Kurosu (Ed.): HCI 2016, Part III, LNCS 9733, pp. 1-9, 2016
- [No15] Noldus Inc. FaceReader 6 Application Programming Interface, Technical Note.
- [Pi15] Picard, R.:”Recognizing Stress, Engagement, and Positive Emotion”, Prod. IUI 2015, March 29-April 1, 2015, Atlanta, GA, USA, pp. 3-4
- [Sc16] Schmidt, A.: “Biosignals in Human-Computer Interaction”, Interactions Jan-Feb 2016, pp. 76-79
- [To13] Tobii. Tobii Studio SDK. Developer Guide, 8 May 2013