

## **Bachelor-/Masterarbeit: Entwicklung eines Konzepts zur Gestaltung interaktiver Benutzeroberflächen (GUI/NUI) für Montagearbeitsplätze**

- *Hypothese: Unter der Berücksichtigung bestimmter, zu analysierender Faktoren gibt es ein Oberflächendesign, welches es erlaubt, dass jeder Bediener effizient und gerne mit der Anlage arbeitet*
- Anwendungsszenario:
  - o 1 Arbeitstisch
  - o inkl. 1 eingebettetem LCD Monitor;
  - o inkl. 2 auf den Tisch gerichtete Projektoren
  - o inkl. 1 am Tischaufbau verschiebbar befestigten LCD Monitor (für optionale Informationsanzeige und Wartung)
  - o inkl. 3D- und 2D-Sensorik zur Erfassung von Gesten des Bedieners
- Konzeptionierung des Bedienkonzepts unter dem Aspekt der Anwenderfreundlichkeit
  - o Recherche und Informationssammlung zum Thema anwenderfreundliche Bedienoberflächen
  - o Konzepterstellung für eine optimale Usability der Bedienoberfläche im gegebenen Anwendungsszenario
  - o Aufstellung eines Kriterienkatalogs zur Prüfung der Bedienoberfläche auf Anwenderfreundlichkeit (Benchmark)
- Konzeptionierung des Bedienkonzepts unter dem Aspekt des Joy of Use und Technologienakzeptanz
  - o Recherche welche Aspekte im gegebenen Anwendungsumfeld zu beachten sind um beim Bediener einen hohen Joy of Use zu erreichen
  - o Recherche welche Aspekte im gegebenen Anwendungsumfeld zu beachten sind um beim Bediener eine hohe Akzeptanz für die Anlage zu erlangen
  - o Recherche des Einflusses von hedonischen Aspekten (Ästhetik, Stolz [mit der neuesten Anlage und neuester Technologie zu arbeiten] usw.) auf den Joy of Use der Anlage
  - o Aufstellung eines Kriterienkatalogs zur Prüfung der Bedienoberfläche hinsichtlich dem Joy of Use und der Bedienerakzeptanz
- Analyse des Einflusses von Customization der Bedienoberfläche
  - o Ist eine generelle Aussage treffbar, ob eine Anpassung der Bedienoberfläche die Bedienung erleichtert, verbessert, effizienter macht?
  - o Wie muss die Anpassung geschehen (eigene Einstellung, automatische Anpassung)
  - o Zusammenstellung und Erfassung der einzustellenden Parameter und Bedienelemente
- Experimenteller Evaluierung
  - o Entwicklung einer minimalen Bedienoberfläche, welche alle vorher analysierten und erarbeiteten Kriterien visualisiert

## **Bachelor-/Masterarbeit: Entwicklung einer sich an den Bediener anpassenden Bedienoberfläche (GUI/NUI) eines interaktiven Handarbeitsplatz**

- *Hypothese 1: Abhängig vom Bediener gibt es immer eine optimale Position zur Anzeige von Information und Bedienelementen auf der Tischoberfläche*
- *Hypothese 2: Damit eine effiziente, ergonomische, akzeptierte Verwendung einer Bedienoberfläche unabhängig von Größe, Gewicht, Geschlecht, Alter, Nationalität, Kultur, Religion usw. möglich ist, muss sich diese an den Bediener anpassen*
- Anwendungsszenario:
  - 1 Arbeitstisch inkl. 3D- und 2D-Sensorik zur Erfassung von Bedienergesten
  - Visuelles Feedback möglich über
    - 1 eingebettetem LCD Monitor;
    - 2 auf den Tisch gerichtete Projektoren
    - 1 am Tischaufbau verschiebbar befestigten LCD Monitor (für optionale Informationsanzeige und Wartung)
  - Auditives Feedback möglich über
    - Lautsprecher
  - haptisches Feedback möglich über
    - 1 Roboter
- Entwicklung einer barrierefreien Bedienoberfläche
  - Entwicklung eines Konzepts, dass es unterschiedlichen Menschen erlaubt mit der Oberfläche gleichermaßen gut zu arbeiten
  - Entwurf einer Bedienung/Anzeige, die an die Größe/Sitzposition des Bedieners anpassbar ist
  - Konzeptentwurf, wie und anhand welcher Merkmale dies optimal möglich ist
  - Entwicklung einer Anleitung, wie der Bediener zur optimalen Bedienoberflächen-Einstellung kommt
- Allgemeiner Konzeptentwurf zur (automatischen) optimalen Platzierung von Bedienelementen und Bedienerinformationen
  - Recherche und Analyse: Wie kann eine dynamische Platzierung von Informationen umgesetzt werden
  - Analyse des Einflusses der dynamischen Platzierung auf die Anwenderfreundlichkeit und Bedienerakzeptanz
- Konzeptentwurf zur optimalen Platzierung von Informationen in der vorgegebenen Anwendung
  - Wichtige zu berücksichtigende physikalische Einflussfaktoren
    - Größe des Bedieners (Blickwinkel, Reichweite),
    - Aktueller Prozessschritt (Verstellung des Arbeitsplatzes durch Betriebsmittel, Werkzeuge und Automatisierungskomponenten)
    - Abschattung der Visualisierungsfläche (Projektor – hohe Objekte; Monitor – Objektstapelung)
  - Wichtige zu berücksichtigende softwaretechnische Einflussfaktoren
    - Geschwindigkeit und Häufigkeit der automatischen Oberflächenanpassung
    - Spontane Änderungen vs. Langsame Übergänge
    - Überblendung
- Experimentelle Validierung
  - Präsentation der entwickelten Konzepte anhand eines Minimalbeispiels einer Bedieneroberfläche, welche alle entwickelten Aspekte veranschaulicht

## **Bachelor-/Masterarbeit: Entwicklung eines optimalen Informationsflusses zwischen Mensch und Maschine an einem interaktiven Handarbeitsplatz**

- *Hypothese 1: Abhängig vom Bediener gibt es immer einen optimalen Mix der Rückmeldungskanäle (visuelles, auditives & haptisches Feedback)*
- *Hypothese 2: Damit ein Bediener eine Anlage akzeptiert und effizient verwendet, muss er ständig wissen was gerade um ihn herum passiert (operator-in-the-loop)*
- *Hypothese 3: Informationen können von einem menschlichen Bediener gleichzeitig immer nur von einem Punkt effektiv abgeholt werden (single point of focus)*
- Anwendungsszenario:
  - o 1 Arbeitstisch inkl. 3D- und 2D-Sensorik zur Erfassung von Bedienergesten
  - o Visuelles Feedback möglich über
    - 1 eingebettetem LCD Monitor;
    - 2 auf den Tisch gerichtete Projektoren
    - 1 am Tischaufbau verschiebbar befestigten LCD Monitor (für optionale Informationsanzeige und Wartung)
  - o Auditives Feedback möglich über
    - Lautsprecher
  - o haptisches Feedback möglich über
    - 1 Roboter
- Entwicklung eines Tools zur Bestimmung der optimalen Zusammensetzung aus visuellem, auditivem und haptischem Feedback
  - o Recherche, welche Informationskanäle für welchen Anwendungsfall am besten geeignet sind
  - o Gestaltung eines sinnvollen und effizienten Informationsrückflusses unter der Verwendung der zur Verfügung stehenden Informationskanäle
  - o Bestimmung in welchem Verhältnis Text, Grafik, Animation, Video, Sprache/Audio, haptisches Feedback für eine effiziente Bedienung gewählt werden sollte (Bestimmung des optimalen Informations-Mischungsverhältnisses)
- Konzeptionierung des Informationsflusses für den gegebenen Anwendungsfall
  - o Analyse, welche Informationen an den Bediener gesendet werden müssen, damit dieser ständig weiß, was gerade passiert (z.B. Ladebalken, Roboterstatus, Bewegungsmodus, nächste Aktionen der Anlage)
  - o Analyse des Informationsaufnahmevermögens des Menschen (Wie viel Information kann eine Person zu einem gegebenen Zeitpunkt tatsächlich aufnehmen? Was führt zu einer Sinnesüberlastung?)
- Entwicklung eines Tools (Benchmark) zur Bestimmung der tatsächlichen Verbesserung des entwickelten Konzepts im Vergleich zu einer herkömmlichen GUI
  - o Zu beantwortende Frage: Bringen die verwendeten multimodalen Informationskanäle tatsächlich einen Vorteil für den Bediener? Gibt es Nachteile?
- Experimentelle Validierung
  - o Konzeptionierung und Programmierung eines optimalen Informationsflusses zur Laufzeit der Anlage anhand eines Minimalbeispiels inkl. Veranschaulichung der entwickelten Konzepte

## **Bachelor-/Masterarbeit: Analyse einer natürlichen Gestensteuerung eines interaktiven Handarbeitsplatzes hinsichtlich intuitiver, anpassbarer Bedienung**

- *Hypothese 1: Eine intuitive und ergonomische Gestensteuerung erlaubt ein effizientes Arbeiten*
- *Hypothese 2: Eine intuitive Gestensteuerung minimiert die Gewöhnungsphase des Bedieners an eine Anlage*
- *Hypothese 3: Damit eine Gestensteuerung für alle Bediener unabhängig von Größe, Gewicht, Geschlecht, Alter, Nationalität, Kultur, Religion usw. intuitiv ist, muss sich die Gestensteuerung an den Bediener anpassen*
- Anwendungsszenario:
  - o 1 Arbeitstisch inkl. 3D- und 2D-Sensorik zur Erfassung von Bedienergesten
  - o Visuelles Feedback möglich über
    - 1 eingebettetem LCD Monitor;
    - 2 auf den Tisch gerichtete Projektoren
    - 1 am Tischaufbau verschiebbar befestigten LCD Monitor (für optionale Informationsanzeige und Wartung)
  - o Auditives Feedback möglich über
    - Lautsprecher
  - o haptisches Feedback möglich über
    - 1 Roboter
- Analyse des Zusammenhangs *intuitive Geste – effizientes Arbeiten*
  - o Analyse und Recherche, was eine intuitive Geste ausmacht
  - o Konzeptentwurf, was intuitive Gesten im vorgegebenen Anwendungsszenario ausmacht (Mensch-Roboter- & Mensch-Computer-Interaktion)
  - o Beantwortung der Frage: Wie müssen Gesten geartet sein, damit ein effizientes Arbeiten möglich ist (siehe Hypothese 1)
- Entwicklung eines Analysetools zur Bestimmung der Intuitivität einer Geste
  - o Entwicklung eines Kriterienkatalogs welcher eine möglichst klare Aussage, ob eine Geste intuitiv oder nicht ist erlaubt (Abstufung in Intuitivitätslevel)
- Konzept zur Anpassung einer Gestensteuerung an den Bediener
  - o Recherche: Wie kann eine solche Anpassung an den Bediener umgesetzt werden
  - o Mögliche Aspekte: Bedienung ist umstellbar für Rechts- bzw. Linkshänder
  - o Entwicklung eines Konzepts (z.B. mathematisches Modell) wie eine Gestensteuerung anhand der Sensordaten an den Bediener angepasst werden kann
- Experimentelle Validierung
  - o Definition eines Basis-Gestenvokabulars zur sinnvollen und intuitiven Mensch-Roboter-Interaktion
  - o Definition eines Basis-Gestenvokabulars zur sinnvollen und intuitiven Mensch-Computer-Interaktion
  - o Visualisierung der erzielten Ergebnisse der Abschlussarbeit mithilfe des selbst definierten Basis-Gestenvokabulars

## **Bachelor-/Masterarbeit: Entwurf eines Algorithmus zur optimalen Anpassung einer Gestensteuerung an den Bediener eines interaktiven Handarbeitsplatzes**

- *Hypothese 1: Eine intuitive und ergonomische Gestensteuerung erlaubt ein effizientes Arbeiten*
- *Hypothese 2: Eine intuitive Gestensteuerung minimiert die Gewöhnungsphase des Bedieners an eine Anlage*
- *Hypothese 3: Damit eine Gestensteuerung für alle Bediener unabhängig von Größe, Gewicht, Geschlecht, Alter, Nationalität, Kultur, Religion usw. intuitiv ist, muss sich die Gestensteuerung an den Bediener anpassen*
- Anwendungsszenario:
  - o 1 Arbeitstisch inkl. 3D- und 2D-Sensorik zur Erfassung von Bedienergesten
  - o Visuelles Feedback möglich über
    - 1 eingebettetem LCD Monitor;
    - 2 auf den Tisch gerichtete Projektoren
    - 1 am Tischaufbau verschiebbar befestigten LCD Monitor (für optionale Informationsanzeige und Wartung)
  - o Auditives Feedback möglich über
    - Lautsprecher
  - o haptisches Feedback möglich über
    - 1 Roboter
- Entwicklung eines Algorithmus zur Bedieneranpassung einer Gestensteuerung
  - o Programmierung eines Algorithmus zur Anpassung einer Gestensteuerung an den Bediener (basierend auf einem vorher ausgearbeiteten Konzept)
- Empirische Evaluierung einer intuitiven Gestensteuerung
  - o Empirische Analyse: Was ist eine intuitive Geste? (z.B. anhand eines Wizard-of-Oz-Experiment)
  - o Gegenüberstellung der theoretischen Ergebnisse einer intuitiven Gestensteuerung mit den empirischen Ergebnissen
  - o Verallgemeinerung der experimentellen Ergebnisse und Erweiterung der bereits analysierten, theoretischen Faktoren für eine intuitive Gestensteuerung um die Praxiserkenntnisse
- Empirische Evaluierung der Anpassbarkeit einer Gestensteuerung an den Bediener (Validierung des entwickelten Algorithmus)
  - o Empirische Analyse mit Probanden
  - o Beantwortung der Frage: Wird mit der Anpassung der Gestensteuerung an den Bediener eine intuitivere, leichtere Bedienung erzielt
  - o Analyse und Quantifizierung der experimentellen Ergebnisse (wie viel intuitiver, einfacher erlernbar ist die bedienerangepasste Gestensteuerung)